



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

ISIDRO PATRÍCIO DE ALMEIDA NETO

SALINIDADE NO SUBSTRATO E TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE
TANGERINEIRA COM TRIFOLIATA NA FASE DE PORTA-ENXERTO

POMBAL-PB

2017

ISIDRO PATRÍCIO DE ALMEIDA NETO

**SALINIDADE NO SUBSTRATO E TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE
TANGERINEIRA COM TRIFOLIATA NA FASE DE PORTA-ENXERTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade profissional, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais, área de concentração Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

POMBAL-PB

2017

A447s

Almeida Neto, Isidro Patrício de.

Salinidade no substrato e tolerância de híbridos de tangerineira com trifoliata na fase de porta-enxerto / Isidro Patrício de Almeida Neto. – Pombal, 2018.

54f.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

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

1. Plantas cítricas - cultivo. 2. Tangerineira. 3. Trifoliata. 4. Porta - enxerto. 5. Irrigação. 6. Águas salinizadas. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Título.

CDU 634.3(043)

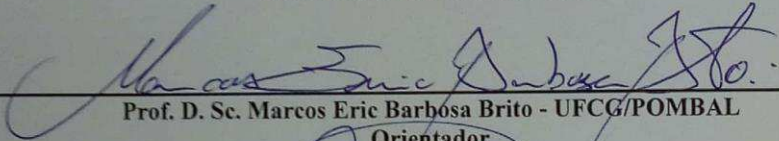
CAMPUS DE POMBAL


“SALINIDADE NO SUBSTRATO E TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE TANGERINEIRA COM TRIFOLIATA NA FASE DE PORTA-ENXERTO”

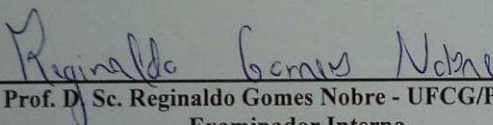
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

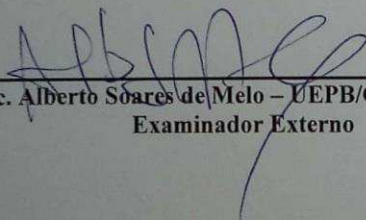
Aprovada em 03/03/2017

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito - UFCG/POMBAL
Orientador


Prof. D. Sc. Patricio Borges Maracajá – UFCG/POMBAL
Examinador Interno


Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre - UFCG/POMBAL
Examinador Interno


Prof. D. Sc. Alberto Soares de Melo – UEPB/CAMPINA GRANDE
Examinador Externo

**POMBAL-PB
MARÇO-2017**

Com muito carinho aos meus pais, Marcos Elmar de Almeida e Ana Maria Dantas Almeida, aos meus irmãos, Thiago Dantas de Almeida e Jória Layanna Dantas de Almeida, aos meus tios em memória que mim inspirou a cursar agronomia Tomé Guerra, Higineto Lourenço e Valdemar, a minha avó Maria do Socorro, a minha namorada Andresa Endel, pelo amor, confiança, apoio e paciência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é verdade, e que nos guia no caminho da vida, a Jesus por ser o meu salvador, minha fortaleza, o meu libertador, o meu ídolo, aquele que com honra e glória agradecerei eternamente por tudo que ele fez em minha vida.

Aos meus pais Marcos e Ana na qual foram de grande importância, irmãos Thiago e Jória, vovó Socorro por sempre me ajuda, a toda família e a todos os meus amigos,

A minha namorada Andresa Endel, por ter tido paciência e por ter me dado forças para não desistir desta batalha.

Ao Eterno tio o engenheiro agrônomo Tomé Guerra (em memória), que o tenho como fonte inspiradora e por ele optei em cursar agronomia e seguir no mestrado, além de ter o privilégio de trabalhar ao seu lado, no qual passou grandes ensinamentos.

Aos meus tios o técnico agrícola Higinetto Lourenço (em memória) e Valdemar Lourenço Filho, no qual também tive o privilégio de conviver, e foi através deles que tomei gosto na área agrícola, uma pessoa que ajudou muito na minha criação e a ser essa pessoa que sou hoje.

Ao programa de pós-graduação em sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade de realização desde curso.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcos Eric Barbosa Brito, pela orientação e dedicação, incentivo, ensinamentos, competência e amigo, sempre com maior satisfação, paciência e humildade, pessoa essa admirada por todos os que convivem com ele, assim conto com essa amizade.

Ao Coorientador o Professor Dr. Patrício Borges Maracajá, pela amizade, orientação, incentivo e humildade do mesmo.

Aos Professores Dr. Reginaldo Gomes e Dr. Alberto Soares, pela disposição em contribuíram com essa pesquisa como examinadores.

A todos que compõem a equipe irrigando o semiárido, pela ajuda, em especial a Rômulo, Saulo, Luderlândio e Luciano.

Ao amigo e irmão João Segundo pela força.

A todos os professores do PPGSA pela competência.

SUMÁRIO

Lista De Tabelas	ix
Lista De Quadros.....	xi
Lista De Expressões.....	xii
Lista De Abreviações.....	xiii
Resumo	xiv
Abstract -	xv
1. Introdução	15
2 Objetivos.....	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3 Revisão Bibliográfica.....	18
3.1 Água No Semiárido	18
3.2 Caracterização Dos Citros.....	19
3.2.3 Importância Econômica Dos Citros.....	21
3.2.4 Estresse Salino Em Citros.....	22
3.3 Balanço De Sais No Solo	24
4 Metodologia.....	26
4.1 Localização.....	26
4.2 Tratamentos E Delineamento Estatístico	26
4.3. Crescimento Das Mudanças	27
4.4. Preparação Das Águas De Irrigação	28
4.5. Variáveis Analisadas	29
4.5.1 Balanço De Sais No Substrato	29
4.5.2 Matéria Seca Total Em Citros.....	29
4.6 Análise Estatística	30
5. Resultados E Discussão	31
5.1 Sais Trocáveis No Substrato.....	31

5.2 Sais Solúveis No Substrato	36
5.3. Tolerância À Salinidade.....	42
6 Conclusões	Erro! Indicador não definido.
Referências Bibliográficas	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	<p>Quadro de genótipos de citros provenientes do programa de melhoramento genético de citros da Embrapa e estudados sob irrigação com águas salinas durante a fase de formação do porta-enxerto (Pombal, PB, 2017).....</p>	27
TABELA 2	<p>Resumo da análise de variância relativa às características químicas do substrato no complexo sortivo: condutividade elétrica (1:5) (CE), potencial de hidrogênio (pH), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg).....</p>	31
TABELA 3	<p>Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidade (teste F) relativas a condutividade elétrica (CE), potencial de hidrogênio (pH) e os teores de fósforo (P) e nitrogênio (N) no complexo sortivo do substrato.....</p>	33
TABELA 4	<p>Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidade (teste F) relativas a Potássio (K), Sódio Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) no complexo sortivo do substrato.....</p>	35
TABELA 5	<p>Resumo da análise de variância relativa às características químicas dos sais solúveis no substrato: Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), Potencial Hidrogeniônico (Ph), Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Bicarbonato (HCO_3), Cloro (Cl), Sulfato (SO_4^2), Razão de adsorção de Sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocáveis (PST).....</p>	37
TABELA 6	<p>Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidades (teste F) relativas à Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), Potencial Hidrogeniônico do extrato de saturação (PHes), Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Bicarbonato (HCO_3), Cloro (Cl), Sulfato (SO_4^2), Razão de adsorção de Sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocáveis (PST).....</p>	38

TABELA 7	Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidades (teste F) relativas a bicarbonato (HCO_3), cloro (Cl), sulfato (SO_4^{2-}), razão de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST).....	4
TABELA 8	Resumo da análise de variância relativa à massa seca total (MST).....	43
TABELA 9	(Teste de agrupamento FST) Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de (teste F) relativas à massa seca total (MST).....	44
TABELA 10	Dendograma hierárquico de distância Euclidiana de Cluster referente a classificação dos genótipos da progênie de citros TSKC e TSKFL x (LCR x TR) usando por base a massa seca total. Pombal, PB, 2017.....	46

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Quadro de genótipos de citros provenientes do programa de melhoramento genético de citros da Embrapa e estudados sob irrigação com águas salinas durante a fase de formação do porta-enxerto. Pombal, 2017.....	25
-----------------	---	-----------

LISTA DE EXPRESSÕES

EXPRESSÃO 1	Fração de lixiviação.....	28
EXPRESSÃO 2	Relação de absorção de sódio.....	30

LISTA DE ABREVIÇÕES

Bl	Blocos
Ca	Cálcio
CE	condutividade elétrica
CE _a	condutividade elétrica atual
CE _s	Condutividade elétrica do extrato de saturação
ccmol _c	Centimol de carga
CV (%)	Coefficiente de variação
DAS	Dias após semeadura
dS	Decisiemens
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FL	Fração de lixiviação
GEN	Genótipos
GL	Grau de liberdade
g/planta	Gramas por planta
K	Potássio
kg	Quilograma
LCR	Limoeiro Cravo
LCRSTC	Limoeiro Cravo Santa Cruz
LVK	limoeiro Volkameriano (<i>C. volkameriana</i> V. Ten. & Pasq.)
Mg	Magnésio
MST	Matéria seca total
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NS	Não significativo
**	Significativo p < 0,01
*	Significativo p < 0,05
P	Fósforo
pH	Potencial de Hidrogênio
pH _s	Potencial de hidrogênio do extrato de saturação
RAS	Razão de adsorção de Sódio
Res	Resíduos
SAL	Respectivamente as salinidades
TR	<i>Poncirus Trifoliata</i>
TSKC	Tangerineira Sunki Comum (<i>Citrus sunki</i>)
Va	Volume aplicado
Vd	Volume drenado
Vta	Volume total aplicado anteriormente

SALINIDADE NO SUBSTRATO E TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE TANGERINEIRA COM TRIFOLIATA NA FASE DE PORTA-ENXERTO

RESUMO - Em condições salinas, o crescimento, o desenvolvimento e a produção de plantas cítricas podem ser reduzidos, atribuível ao efeito de íons tóxicos, principalmente cloro, sódio e boro, todavia, pode-se viabilizar o cultivo destas plantas ao se usar porta-enxertos que sejam tolerantes. Assim, objetivou-se estudar o balanço de sais no substrato usado no cultivo de plantas de citros sob irrigação com águas salinizadas durante a fase de formação do porta-enxerto, assim como a tolerância das plantas à salinidade da água. Para tanto, estudaram-se dois níveis de salinidade da água, usando-se águas com condutividade elétrica (CE_a) de 0,3 e 3,0 $dS\ m^{-1}$, aplicados em 23 genótipos de citros usados como porta-enxerto, os quais resultaram em 46 tratamentos e 4 repetições, em um delineamento experimental de blocos casualizados. As plantas foram cultivadas em sacolas plásticas com volume de 2 dm^3 , as quais foram preenchidas com substrato comercial a base de vermiculita, casca de pinus e húmus, na proporção 1:1:1. As plantas foram irrigadas com dois níveis de salinidade, de 0,3 e 3,0 $dS\ m^{-1}$, sendo o segundo preparado na proporção equivalente 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente. A aplicação das águas com diferentes CE foi iniciada aos 90 dias após a semeadura (DAS) e perdurou até os 180 DAS. O aumento da salinidade da água reduziu a fitomassa dos genótipos TSKc X (LCR x TR)-73, TSKFL X (LCR x TR)-18, os quais foram classificados como sensíveis. Os genótipos SUNKI TROPICAL e TSKC X (LCR x TR)-29 obtiveram os maiores acúmulo de fitomassa seca total, sendo considerados tolerantes.

Palavras-chave: *Citrus spp.* Genótipos. Semiárido. Seleção.

SALINITY IN THE SUBSTRATE AND TOLERANCE OF TRIFOLIATE TANGERINE HYBRIDS IN THE PORTER PHASE

ABSTRACT - In saline conditions, the growth, development and production of citrus plants can be reduced, attributable to the effect of toxic ions, mainly chlorine, sodium and boron, however, it is possible to cultivate these plants when using rootstocks that tolerant. The objective of this study was to study the salt balance in the substrate used in the cultivation of citrus plants under irrigation with salinized water during the rootstock formation phase, as well as the tolerance of the plants to the salinity of the water. For this purpose, two water salinity levels were studied, using water with electrical conductivity (ECa) of 0.3 and 3.0 dS m⁻¹, applied to 23 citrus genotypes used as rootstock, which resulted in 46 treatments and 4 replications in a randomized complete block design. The plants were grown in plastic bags with a volume of 2 dm³, which were filled with commercial substrates based on vermiculite, pine bark and humus, in a ratio of 1: 1: 1. The plants were irrigated with two levels of salinity of 0.3 and 3.0 dS m⁻¹, the second one being prepared in the equivalent ratio 7: 2: 1, between Na: Ca: Mg, respectively. The application of the waters with different CEs started 90 days after sowing (DAS) and lasted up to 180 DAS. The increase in salinity of the water reduced the phytomass of the genotypes TSKc X (LCR x TR) -73, TSKFL X (LCR x TR) -18, which were classified as sensitive. The genotypes SUNKI TROPICAL and TSKC X (LCR x TR) - 29 obtained the greatest accumulation of total dry matter and were considered tolerant.

Keywords: *Citrus* spp. Genotypes. Semiarid. Selectio

1. INTRODUÇÃO

Altas concentrações de sais no solo têm sido um dos fatores que mais contribuem para a redução do crescimento e produtividade das culturas, a exemplo do que se observa no tomateiro, nos citros e no pimentão (MEDEIROS et al., 2012; BRITO et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2015), consideradas plantas sensíveis à salinidade. Verifica-se incrementos nas áreas com problemas de sais no Brasil e no mundo, notadamente em áreas áridas e semiáridas, onde o balanço hídrico é negativo, com ocorrência de deficiência hídrica em maior parte do ano (FAO, 2015).

No processo de salinização, ocorre a transformação dos minerais primários, ricos em cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , em minerais de argila do tipo 2:1. Em locais de clima semiárido, esta transformação, embora lenta – devido aos longos períodos sem chuvas – libera da estrutura cristalina dos minerais partes destes cátions e contribui para a manutenção de suas concentrações em níveis relativamente elevados, tanto no complexo de troca quanto na solução do solo. Nos períodos secos, estes cátions afloram à superfície dos agregados do solo, principalmente na camada mais superficial, chegando a formar uma crosta de sais cristalizados (HOLANDA et al., 2001).

Ressalta-se que a salinidade pode ter origem natural ou antrópica (DIAS; BLANCO, 2010); na segunda situação, o processo de salinização do solo é agravado pelo manejo inadequado da irrigação e pela drenagem insuficiente, sendo importante integrar o manejo da água e do solo nos sistemas de produção.

Acrescenta-se que, em tais sistemas de produção, deve-se procurar por espécies/genótipos que possuam tolerância à salinidade, já que a resposta ao estresse salino é variável com a espécie, com a fase de desenvolvimento e, até, com o genótipo (MASS & HOFFMAN, 1977; LACERDA et al., 2006; BRITO et al., 2008; BRITO et al., 2014), podendo, deste modo, viabilizar o uso de solos ou de águas com maior concentração de sais, condição comum em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro.

Além do genótipo possuir tolerância à salinidade, é necessário que tenha importância econômica e alimentar, a exemplo dos citros, cultura de que o Brasil é o maior produtor mundial e o maior exportador de suco concentrado e congelado de laranja, com destaque para o Nordeste, que produziu cerca de 1.657.850 t em 125.850 hectares em 2015, ou seja, uma

produtividade estimada em 13.166 t ha⁻¹ em 2015, representando cerca de 11% da produção nacional (IBGE, 2015).

Ademais, nota-se que em condições salinas, o crescimento, o desenvolvimento e a produção de plantas cítricas podem ser reduzidos, atribuível ao efeito de íons tóxicos, principalmente cloro, sódio e boro, e ao estresse osmótico (LEVY; SYVERTSEN, 2004; ZHAO et al., 2007; DIAS; BLANCO, 2010). Todavia, o uso de porta-enxertos tolerantes à salinidade pode viabilizar a utilização de água de baixa qualidade e de solos salinos (GRIEVE et al., 2007; PRIOR et al., 2007; FERNANDES et al., 2011; BRITO et al., 2014).

Considera-se, também, que a tolerância da cultura à salinidade, geralmente está associada mais com o acúmulo de íons no vacúolo do que com a exclusão de íons tóxicos (AL-YASSIN, 2005). Esta tolerância, porém é variável com a exposição ao meio salino, pois, quando as plantas são submetidas de forma gradual ao estresse, estas podem desenvolver mecanismos de tolerância, notadamente ajustamento osmótico, (Syvertsen e Garcia-Sanchez, 2014), o que torna importante estudar o balanço de sais no solo e na planta, de modo a identificar possível exclusão ou acúmulo de íons que pode estar correlacionada à tolerância (Brito et al., 2015; Silva et al., 2015).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar o balanço de sais no substrato de produção de porta-enxertos de citros oriundos do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki Comum’, o limoeiro ‘Cravo’ e o *Poncirus trifoliata*, visando identificar genótipos tolerantes à salinidade.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Estudar as relações entre dos cátions e dos ânions no substrato usado para produção de porta-enxertos de citros oriundos do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki Comum’, o limoeiro ‘Cravo’ e o *Poncirus trifoliata*, quando irrigados com águas salinizadas em ambiente protegido;
- b) Correlacionar teores de elementos químicos no substrato usado para produção de porta-enxertos de citros oriundos do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki Comum’, o limoeiro ‘Cravo’ e o *Poncirus trifoliata*, quando irrigados com águas salinizadas em ambiente protegido;
- c) Estudar a tolerância de genótipos de citros oriundos do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki Comum’, o limoeiro ‘Cravo’ e o *Poncirus trifoliata*, quando irrigados com águas salinizadas em ambiente protegido durante a fase de formação do porta-enxerto.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ÁGUA NO SEMIÁRIDO

A região do semiárido vem passando pela escassez de água, que demanda o desenvolvimento de métodos de convivência com o déficit hídrico, fazendo com que diminua o crescimento e desenvolvimento dessa região, dado o uso limitado dos mananciais superficiais, tais como açudes e rios, bem como os recursos hídricos subterrâneos, como poços artesianos e amazonas, o que faz com que as populações continuem vulneráveis como a ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso resumido da água no meio rural, com uma gestão amoldada, constituem requisitos essenciais para a solução do problema, servindo como elemento básico para minimizar o êxodo rural e promover a interiorização do desenvolvimento.

O Nordeste do Brasil equivale a aproximadamente um quinto do território brasileiro, com latitudes 1° e 18° 30' S e as longitudes 34° 30' e 40° 20' W, com uma área de 1.219.000 km². Seu território abrange os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, nos quais vivem 18,5 milhões de pessoas, sendo que destes, 8,6 milhões habitam a zona rural (CIRILO ET AL., 2007: 33). O clima da porção semiárida é caracterizado por um regime de chuvas intensas concentrado em quatro meses (fevereiro a maio) e uma grande variabilidade interanual. As fortes secas que açoitam a região, sempre moldaram o comportamento das populações.

Sendo uma região com um grande potencial agrícola mais limitada aos recursos hídricos, permanecendo preponderantes para a formulação de políticas públicas regionais. Essa situação pode ser explicada devido à variabilidade da precipitação e das características geológicas encontrada no semiárido, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e, conseqüentemente, baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente.

Diante dos inúmeros problemas encontrados no semiárido, faz com que agreguem inúmeras técnicas de captação e armazenamento das águas, bem como o uso de forma que minimize o máximo possível às perdas de águas, pois seu território possui uma precipitação média anual de 750 mm e uma evapotranspiração média anual de 2000 mm; o que exige a busca de práticas de irrigação sempre em prol de um uso mais eficiente da água, com base no

uso consuntivo das culturas com programação da irrigação, evitando a salinização e a erosão dos solos (PAZ et al., 2000). Consequentemente, o surgimento de focos de conflitos entre usuários de recursos hídricos exigiu, por parte dos Governos Estaduais e Federal, medidas para o controle de seu uso e de sua qualidade (MENDEIROS et al., 2009).

A potencialidade hídrica superficial é representada pela vazão média de longo período em uma seção de rio. Trata-se de um indicador importante, pois possibilita uma primeira avaliação da carência ou abundância de recursos hídricos de forma especializada numa dada região. As potencialidades hídricas superficiais expressas por unidade de área (indicadas em litros por segundo por quilômetro quadrado) nas diferentes bacias hidrográficas da região, como resultado dos estudos hidrológicos desenvolvidos para o trabalho da Agência Nacional de Águas / Ministério do Meio Ambiente (ANA/MMA) intitulado “Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água” (ANA, 2005).

O resultado é a existência de densa rede de rios intermitentes, com poucos rios perenes e destaque para os rios São Francisco e Parnaíba. Os rios de regime intermitente são encontrados na porção nordestina que se estende desde o Ceará até à região setentrional da Bahia. Entre estes, destaca-se o Jaguaribe, no Ceará, pela sua extensão e potencial de aproveitamento: em sua bacia hidrográfica encontram-se alguns dos maiores reservatórios do Nordeste, como Castanhão e Orós.

A potencialidade hídrica regional das águas subterrâneas no que se refere à ocorrência de águas subterrâneas, como o território nordestino é em mais de 80 % constituído por rochas cristalinas; há predominância de águas com teores elevados de sais captadas em poços de baixa vazão: da ordem de $1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Exceção ocorre nas formações sedimentares, onde as águas normalmente são de melhor qualidade e podem ser extrair maiores vazões, da ordem de dezenas a centenas de $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$, de forma contínua (CIRILO, 2008).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CITROS

3.2.1. Produção de mudas certificadas

A produção de mudas de citros compreende a formação de duas plantas *per si*, ou seja, a formação do porta-enxerto, que dá a sustentação à planta, e a copa, relativa ao enxerto, que confere a produção (MATTOS JUNIOR et al., 2005). As mudas enxertadas possuem algumas

vantagens, como a precocidade e uniformidade de produção, qualidade de frutos uniforme, menor porte, o que facilita na colheita e alguns tratos culturais, sendo possível adequar porta-enxertos que se adaptam a diferentes tipos de solos e que sejam mais tolerantes a estresses bióticos e abióticos (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Os porta-enxertos são empregados visando a obtenção e manutenção de altas produtividades ao longo dos anos, sendo o limoeiro ‘Cravo’ o mais usado no sistema de produção de citros no Brasil, o que é relacionado às suas características de precocidade, resistência à seca, além de adaptar-se bem na maioria das regiões produtoras (MATTOS JUNIOR et al., 2005), embora apresente problemas como susceptibilidade a morte súbita e à gomose de *Phytophthora*.

A produção dos porta-enxertos de citros ocorrem em diversos tipos de recipientes, conforme a fase: inicialmente, são usados tubetes de pequeno volume, normalmente 90 mL, a fim de garantir um maior número de sementes em processo de germinação, já que os citros possuem, em suas sementes, vários embriões, os quais podem ter origem sexuada ou assexuada, sendo esse denominado embrião apomítico, que representa uma forma de reprodução assexuada que ocorre no óvulo das plantas neste tipo de reprodução, a formação de um ou mais embriões nas sementes, sem redução cromossômica e sem fecundação (SILVA, 2002), o que é interessante, pois pode-se manter indivíduos (plântulas) de origem materna, o que aumenta a uniformidade do porta-enxerto.

O substrato usado para a produção dos porta-enxertos e das mudas após a enxertia, normalmente, são compostos por vermiculita, cascas e húmus, os quais proporcionam aeração e disponibilidade de nutrientes, além de possibilitarem um maior controle de doenças dentro de viveiros telados.

Estudos indicam que há necessidade de adubações de cobertura com N para a complementação da fertilidade natural do substrato, favorecendo o rápido crescimento dos porta-enxertos nos primeiros quatro meses (CARVALHO & SOUZA, 1996; De CARLOS NETO et al., 2002), havendo resposta à aplicação de N, P e K durante toda a fase de formação das mudas (BERNARDI et al., 2000).

O parcelamento da adubação é de grande importância, pois está sujeito a lixiviação de nutrientes, principalmente N e K, por causa das constantes irrigações e às pequenas dimensões dos recipientes; o período para a instauração de uma muda cítrica, via enxertia, varia entre 10 a 12 meses, dependendo do clima, da região e do nível tecnológico do viveiro (MATTOS

JUNIOR *et al.*, 2005). Porém, com o uso da fertirrigação e com a adequada nutrição das mudas; este tempo pode diminuir, resultando em menor custo e tempo para sua produção em citropotes, visto que esses nutrientes são bastante móveis no solo.

A enxertia é uma arte que visa inserir uma parte de uma planta em outra planta, de tal maneira que as duas constituam uma unidade e ambas continuem seu crescimento (BAILEY, 1944). Para o sucesso do procedimento, há necessidade de justapor-se o tecido cambial de ambas as partes envolvidas e de proteger-se apropriadamente a região.

A copa é a principal responsável pelas características dos frutos e busca atender às exigências na qual se procura, tanto do mercado consumidor de fruta de mesa ou *in natura*, quanto da indústria de suco.

3.2.3 Importância econômica dos citros

O Brasil se destaca por ser o maior produtor mundial de frutas cítricas e exportador do suco concentrado de laranja. Segundo Neves et al. (2010), sendo de grande importância para a economia do país, cujas exportações trazem de US\$ 1,5 bilhão a US\$ 2,5 bilhões por ano, gerando cerca de 230 mil postos de trabalho e uma massa salarial anual de R\$ 676 milhões.

Assim a citricultura se espalha em todo o território nacional, tendo em destaque as laranjeiras, as tangerineiras e os limões verdadeiros são os principais tipos cultivados, porém, 96,19 % das áreas colhidas estão concentrados em nove Estados da Federação: São Paulo, que retém a maior produção (61,68 %), Bahia (8,31 %), Paraná (6,96 %), Minas Gerais (5,78 %), Rio Grande do Sul (5,10 %), Sergipe (4,72 %), Pará (1,62 %), Goiás (1,08 %) e Rio de Janeiro (0,94 %) (IBGE, 2013).

A área colhida é de aproximadamente 809 mil hectares, distribuindo-se com a laranja na liderança (88,03 %), seguida pelo limão (5,71 %) e pela tangerina (6,23 %); já a produção é de cerca de 17 milhões de toneladas, sendo 89,26 % de laranja, 5,99 % de limão e 4,76 % de tangerina (IBGE, 2013). Estima-se que da produção comercial, a maior parte destina-se às indústrias – cerca de 80% com finalidade de produção de suco – e 20% terão como destino o mercado *in natura* (NEVES et al., 2010). Outros citros se destacam na produção de sucos naturais e concentrados, como limão e tangerina. A produção de limão, além de destinar-se ao consumo *in natura* e à indústria de suco, também serve à extração do óleo essencial contido na casca dos frutos (SILVA et al., 2011)

A Bahia ocupa o segundo lugar no ranking nacional na produção de laranja e terceiro de limão, com uma produção de 1,0 milhão de toneladas, ficando com o primeiro lugar da região Nordeste. Os principais municípios produtores são Rio Real – localizado no litoral norte da Bahia, participa com 31,91 % da área colhida/plantada e produção de 323 000 toneladas – e Itapicuru – localizado na Região do Agreste de Alagoinhas, é o segundo produtor estadual, com 18,60 % da área colhida/plantada e 17,35 % da produção – (IBGE, 2013).

A Paraíba está em oitavo lugar no ranking a nível de nordeste na produção de laranja e limão com 21mil toneladas, tendo o cultivo, predominante, no Planalto da Borborema, onde a altitude está acima de 500 m, caracterizando um microclima ameno, com precipitação pluviométrica 1.000 mm/ano, distribuída em seis meses, com temperatura variando 13 °C a 20 °C no período de verão, podendo variar de 25 °C a 30 °C (SILVA et al., 2011).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) com produção de 1.122,730 toneladas em 2010 (FAO, 2013). Nesse contexto, a Paraíba contribuiu com 1,3% da produção de tangerina do país em 2010, com 14.595 toneladas, ocupando o 1º lugar no ranking Nordeste e 7º no ranking nacional com uma produtividade de 7,4 toneladas por hectare (IBGE, 2013). O cultivo realizado em grande parte por agricultores familiares, concentra-se nos municípios de Matinhas, Alagoa Nova e São Sebastião de Lagoa de Roça, que se destacam como os três maiores produtores no Estado, tendo como principal cultivar a tangerina ‘Dancy’(IBGE, 2013).

O cooperativismo no agronegócio citrícola representa papel primordial, de forma a incluir os pequenos produtores em técnicas diferenciadas, como a realização do processamento de frutas cítricas para transformação em suco ou óleo essencial que, muitas das vezes, são dificultadas na atuação individual, possibilitando a diferenciação da produção juntamente com a agregação de valor (ZULIAN et al., 2013).

3.2.4 Estresse salino em citros

A produtividade baixa de citros na região Nordeste pode ser relacionada, entre outros fatores, à limitação hídrica local, já que se tem um déficit hídrico sazonal, fazendo-se necessário utilizar irrigação para melhorar o crescimento e a produção das plantas (BRAZ et al., 2009; SOARES et al., 2012). Todavia, embora a irrigação seja uma técnica que pode

diminuir a sazonalidade climática, deve-se ter toda atenção quanto ao manejo da irrigação, principalmente quando se tem fontes hídricas com elevadas concentrações de sais, como na maioria dos poços presentes na região Nordeste (MEDEIROS et al., 2003; BRITO et al., 2005; ANDRADE JUNIOR, et al., 2006; MEDEIROS et al., 2012; SANTOS, 2015), podendo limitar o crescimento e o desenvolvimento das culturas, notadamente àquelas consideradas sensíveis à salinidade, como os citros (MASS, 1993).

Todavia, a tolerância à salinidade é variável entre espécies e, dentro de uma mesma espécie, entre diferentes estádios de desenvolvimento da planta; observando-se que, em cada fase, a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS; FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005; HUSSAIN et al., 2012). Considerando isso, Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011), estudando genótipos de citros sob irrigação com águas salinas, verificaram diferenciação no comportamento dos materiais testados, verificando alguns genótipos sensíveis e outros tolerantes à salinidade, que pode ser atribuído à carga genética do material e à capacidade de adaptação ao meio (SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014).

No processo de seleção de genótipos de citros tolerantes à salinidade, faz-se necessário se estudar todas as fases do crescimento e desenvolvimento da cultura em seu sistema de produção, além da necessidade de se obter materiais que sejam capazes de produzir satisfatoriamente e com rendimentos economicamente viáveis sob tais condições de estresse, sobretudo quando não se pode manter a salinidade do solo em níveis baixos (MUNNS; TESTER, 2008; BRITO et al., 2014; SIMPSON et al., 2014).

Brito et al. (2008), Brito et al. (2014), Silva et al. (2014), Brito et al., (2016) e Barbosa et al. (2017), estudando diversos genótipos de citros (variedades e híbridos) durante a formação de porta-enxertos provenientes de cruzamentos com ‘Trifoliata’ e tangerina ‘Sunki’, destacam materiais tolerantes e moderadamente tolerante à salinidade, mostrando o grande potencial de utilização de híbridos de porta-enxertos para adaptação de plantas a solos salinos e a águas com baixa qualidade, sendo evidente o risco de surgimento de distúrbios de outra natureza, como o estresse salino, originando prejuízos à citricultura, conforme identificado por Ferguson e Grattan (2005), Brito et al. (2008), Fernandes et al. (2011).

Na citricultura brasileira, há predomínio de uso do limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) como porta-enxerto, presumindo-se que ele esteja presente em 80% das mudas cítricas comercializadas (AZEVEDO, 2003). Assim, novos trabalhos vêm buscando

alternativas de porta-enxertos, apesar da preferência ser do ‘Cravo’, devido às suas boas características, que satisfazem a maiorias dos viveiristas e citricultores, tais como o estresse salino, originando prejuízos à citricultura, conforme identificado por Ferguson e Grattan (2005), Brito et al. (2008), Fernandes et al. (2011).

Torna-se evidente a procura de porta-enxertos com maior tolerância à salinidade, diminuindo o risco de distúrbios de outra natureza. Alguns autores têm estudado novos porta-enxertos, condicionados à irrigação com água salina, a exemplo de Soares et al. (2006), Brito et al. (2008), Fernandes et al. (2011) e Silva et al. (2012), sendo importante obter um rol de materiais que viabilizem a escolha de materiais mais promissores e com maior tolerância a condições de irrigação ou de cultivo sob salinidade da água ou do solo.

Sendo assim, para obter uma produção significativa com esses materiais, Pompeu Júnior et al. (1986) citam, dentre as características importante para um porta-enxerto, sua tolerância à salinidade, além de influência sobre produção quantitativa e qualidade de frutos, precocidade e permanência dos frutos na planta, os danos do sal às plantas de citros a altas concentrações de Cl^- , Na^+ ou HCO_3^- no solo, e é possível solucionar o problema pelo uso de porta-enxerto tolerantes à salinidade, os quais podem ser usados diretamente como cavalo ou material de melhoramento.

Sendo de grande importância o estudo de melhoramento nos quais são selecionados os materiais de porta-enxerto de citros para adaptação de plantas a água de baixa qualidade e de solos salinizados, Brito (2007) e Brito et al (2008), estudando diversos genótipos (variedades e híbridos) durante a formação de porta-enxertos, provenientes de cruzamentos com ‘Trifoliata’ e tangerina ‘Sunki’, destacam materiais tolerantes e moderadamente tolerante à salinidade.

3.3 BALANÇO DE SAIS NO SOLO

O processo de salinização, tal qual ocorre no solo do semiárido – dado pela baixa precipitação e alta evaporação aliado à transpiração das plantas, formando a evapotranspiração, manejo inadequado da irrigação do material de origem que forma o solo – tem sido igualmente registrado por diferentes pesquisadores em outras partes do mundo, desde a civilização mesopotâmica aos dias atuais (BURKHALTER & GATES, 2006; QUINN, 2009). Estimativas da FAO (2003) informam que, dos 270 milhões de hectares

irrigados no mundo, aproximadamente, 50% já apresentam problemas de elevação do lençol freático e que 1 milhão de hectares são abandonados, anualmente, em virtude de problemas de salinidade e de sodicidade.

O comportamento do solo em contato com a água salina depende de suas propriedades físicas e conteúdo de sais iniciais (KOVDA et al., 1973). Assim, o conteúdo de argila é afetado pela capacidade de adsorção de íons que, por sua vez, influencia as propriedades físico-hídricas do mesmo.

Assim, a aplicação da água salina num solo sem problemas de sais transforma em salino; porém, o uso de água desta mesma qualidade pode reduzir o nível da salinidade em um solo salino, se a drenagem for adequada, isso tendo em vista que a composição química do solo influencia os processos de troca durante o contato água-solo (KOVDA et al., 1973).

Em solos salinos são adversamente pela baixa absorção de água pelas raízes devido ao efeito do potencial osmótico (BERNSTEIN, 1975). Quando a salinidade é dada principalmente por cloreto de sódio, a toxicidade de íons também afeta a produtividade vegetal. Em solos sódicos, a alcalinidade e as condições anóxicas reduzem a concentração de nutrientes e a fertilidade do solo, limitando o crescimento vegetal.

No Brasil, a preocupação em compreender a interação salinidade-fertilidade em solo do semiárido é recente (SANTOS et al., 1997) e ultimamente outras publicações têm colaborado com informações de extrema importância no que se refere à disponibilidade de nitrogênio e fósforo e também na dinâmica da matéria orgânica em ambiente degradado por sais (FREIRE et al., 2007).

Em solos sódicos e salino-sódico apresenta-se degradação física do solo, ocasionando a desestruturação do solo, acarretando prejuízos quanto à disponibilidade de nutrientes (RENGASAMY; OLSSON, 1991). São apresentadas interação com atributos físicos e morfológicos. Sendo que as concentrações de sódio e do pH contendo forte influencia no potencial osmótico e pobre aeração, induzindo muitos problemas de fertilidade química do solo.

De fato, o emprego da agricultura irrigada nas zonas áridas e semiáridas promoveu a substituição das baixas taxas de evapotranspiração real da área por elevadas taxas de evapotranspiração real, em uma superfície de aproximadamente, 110 milhões de hectares (WICHELNS et al., 2002). Essas ações procederam em altas concentrações de sais no solo devido à evapotranspiração, as quais, muitas vezes, vão além da capacidade da precipitação

total anual para lixiviar esses sais, observando-se assim seu efeito acumulativo no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, sob coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 184 m.

4.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O experimento foi realizado em um delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial composto por dois fatores:

a. Dois níveis de salinidade da água de irrigação (CE_a): 0,3 e 3,0 $dS\ m^{-1}$, iniciando-se aos 90 dias após a semeadura (DAS) e finalizando-se quando as mudas estavam aptas a receber o enxerto, o que ocorreu com cerca de 210 dias após semeadura (DAS). Observando-se que os níveis de salinidade foram escolhidos por se tratar de um nível abaixo e outro acima da salinidade limiar da água descrita por Mass (1993), correspondente a 1,1 $dS\ m^{-1}$, além de compreenderem limites comuns de CE presentes em águas de poços no semiárido do Brasil (MEDEIROS et al., 2003).

b. 23 genótipos de citros, sendo 20 híbridos triplos (11 proveniente do cruzamento entre a tangerineira Sunki [*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] Comum (TSKC) x [(limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck)(LCR) x *Poncirus trifoliata* (TR)] e nove do cruzamento entre tangerina da Flórida (TSKFL) x (LCR x TR)) e três genótipos comuns no sistema de produção de citros, o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck) (LCRSTC), a tangerineira 'Sunki Tropical' e o híbrido entre o limoeiro Volkameriano (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) (LVK) e o LCR (LVK x LCR - 038), estes três últimos, identificados como tolerantes por Brito (2010) e Barbosa et al., (2017), sendo todos descritos na Tabela 1.

Unindo-se os fatores, obteve-se como resultado 46 tratamentos (2 níveis de salinidade x 23 genótipos), repetidos em 4 blocos, sendo cada parcela constituída por uma planta útil, totalizando 184 parcelas.

Tabela 1. Quadro de genótipos de citros provenientes do programa de melhoramento genético de citros da Embrapa e estudados sob irrigação com águas salinas durante a fase de formação do porta-enxerto (Pombal, 2017).

	Sigla		Sigla
1	TSKC x (LCR x TR) - 01	11	TSKC X (LCR x TR) – 73
2	TSKC X (LCR x TR) - 10	12	TSKFL X (LCR x TR) – 12
3	TSKC X (LCR x TR) - 16	13	TSKFL X (LCR x TR) – 18
4	TSKC X (LCR x TR) - 17	14	TSKFL X (LCR x TR) – 25
5	TSKC X (LCR x TR) - 18	15	TSKFL X (LCR x TR) – 38
6	TSKC X (LCR x TR) - 20	16	TSKFL X (LCR x TR) – 44
7	TSKC X (LCR x TR) - 29	17	TSKFL X (LCR x TR) – 49
8	TSKC X (LCR x TR) - 32	18	TSKFL X (LCR x TR) – 59
9	TSKC X (LCR x TR) - 40	19	TSKFL X (LCR x TR) – 62
10	TSKC X (LCR x TR) - 59	20	TSKFL X (LCR x TR) – 69
			LCRSTC
			LVK x LCR-038
			SUNKI TROPICAL

TSKC = tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) Comum; LCR = limoeiro cravo; TR = *Poncirus trifoliata*

4.3. CRESCIMENTO DAS MUDAS

A semeadura e o início de crescimento das plantas dos distintos genótipos ocorreram em tubetes com capacidade de 90 mL de substrato até os 75 DAS, seguindo-se orientações de formação de mudas de citros contidas em Agrobyte (2006). As plantas produzidas em tubetes até os 75 DAS, foram repicadas para sacolas plásticas com capacidade de 2.000 mL, recipiente que permitiu a condução das plantas até 210 dias após semeadura, quando as plantas estavam em condições de serem enxertadas.

As sementes, já devidamente selecionadas e tratadas com fungicida disulfato de thiram (4g kg^{-1} de sementes), foram semeadas na razão de uma por tubete, preenchidos com substrato comercial contendo uma combinação de vermiculita, casca de pinus e húmus, na proporção de 1:1:1. Após a emergência, deixou-se desenvolver apenas um *seedling* (pé-franco) por recipiente, ressaltando-se, ainda, que foram preenchidos quatro vezes mais a quantidade necessária de tubetes, a fim de serem eliminadas as plântulas desuniformes em relação ao

padrão de cada genótipo, permitindo o descarte dos indivíduos de origem sexuada, mantendo-se somente aqueles de origem apogâmica (nucelares) (AGROBYTE, 2006).

A irrigação foi realizada com uso do balanço hídrico, obtido por lisimetria de drenagem, adicionando-se uma fração de lixiviação (FL) de 20%. O volume aplicado (V_a), por sacola, foi obtido pela diferença entre o volume total aplicado na noite anterior (V_{ta}) e o volume drenado (V_d) na manhã do dia seguinte, dividindo-se o resultado pelo número de recipientes (n) e aplicando-se a fração de lixiviação, como indicado na expressão 1 para cada tratamento:

$$Va = \frac{V_{ta} - V_d}{n * (1 - FL)}$$

Exp.1

Para realização da coleta da água drenada, adicionou-se recipientes de plástico que permitiram a coleta da água drenada, determinando-se o volume e a condutividade elétrica.

Até os 90 dias após a semeadura, para as plantas que receberam água salina na fase de pé-franco, as mudas receberam águas com baixa condutividade elétrica, $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, a partir deste período foram aplicadas águas com os diferentes níveis de condutividade elétrica.

O manejo nutricional seguiu recomendações propostas por Girardi (2005), com a aplicação, no preenchimento das sacolas, de adubo de liberação lenta, o Osmocot® (15-9-12) com liberação de 9 meses, tomou-se o cuidado de, semanalmente, realizar aplicações de produtos de proteção vegetal de forma preventiva, de modo a deixar abaixo do nível de dano econômico, pragas e doenças, em especial a larva minadora dos citros, além de outros tratamentos culturais recomendados no sistema de produção de mudas de citros (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

4.4. PREPARAÇÃO DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO

Preparou-se a água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, de abastecimento, que possuía CE de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, adicionando-se sais na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, observando-se que esta relação é

predominante aos íons em fontes de água utilizadas para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (AUDRY; SUASSUNA, 1995; MEDEIROS et al., 2003).

Em tal preparo da água de 3,0 dS m⁻¹, foi considerada a relação entre CE_a e concentração de sais extraída de Rhoades et al. (1992), relativa a 10*mmol_c L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CE_a, que é válido para CE_a entre 0,1 a 5,0 dS m⁻¹, em que se enquadra o nível testado, tendo como base a água de abastecimento existente no local.

Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 60 L, um para cada nível de CE_a estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Ainda, após a adição dos sais à água de 0,3 dS m⁻¹, a condutividade elétrica desejada foi aferida com um condutivímetro portátil microprocessado com CE ajustada à temperatura de 25°C.

4.5. VARIÁVEIS ANALISADAS

4.5.1 Balanço de sais no substrato

Avaliou-se o balanço de sais no substrato ao se determinar, no final do experimento, 210 dias após semeadura: os sais trocáveis CE, Ph, N, P, K, Na, Ca, Mg, e os sais solúveis: CE, pH, K, Na, Ca, Mg, HCO₃, Cl, SO₄, RAS, PST, usando-se a metodologia recomendada pela Embrapa (2009), a qual foi adotada pelo laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA, UFCG. De posse desses dados, foi determinada a relação de absorção de sódio (RAS) segundo metodologia de Richards (1954), descrita na Expressão 2.

$$Va = \frac{V_{ta} - V_d}{n * (1 - FL)}$$

Exp. 2

4.5.2 Matéria seca total em citros

As plantas foram avaliadas quanto à fitomassa seca total (FST), as quais foram particionadas em fitomassa seca das folhas, do caule e da raiz, acondicionadas em sacos de papel, em seguida, foram levadas para estufa de circulação de ar, a 65 °C, por um período de 72 horas e pesadas em balança analítica; com o somatório destas massas determinou-se a fitomassa total (FST).

4.6 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 genótipo durante a fase de formação do porta-enxerto em cada nível de salinidade da água estudado, ainda, procedeu-se a análise de correlação de Pearson, de modo a se identificar a relação entre a tolerância das plantas à salinidade e o acúmulo de sais no solo e na planta (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 SAIS TROCÁVEIS NO SUBSTRATO

Ao analisar as características químicas do complexo sortivo por meio da análise de variância, observa-se efeito significativo da interação entre os fatores genótipos (GEN) e níveis de salinidade da água de irrigação (SAL) para as variáveis CE, N, P, K, Na, Ca e Mg ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) (Tabela 2). No pH, notou-se diferenças entre os genótipos (GEN) e os níveis de salinidade de forma isolada, com significância de 1%.

Tabela 2: Resumo da análise de variância relativa as características químicas do substrato no complexo sortivo: condutividade elétrica (1:5) (CE), potencial de hidrogênio (pH), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg).

Variável	QUADRADOS MEDIOS (TROCAVÉIS)						
	GEN	SAL	GEN X SAL	BL	RES	CV	\bar{X}
CE	0,0845**	26,568**	0,110**	0,006 ^{ns}	0,028	19,98	0,83
pH	1,172**	4,837**	0,066 ^{ns}	0,167*	0,0497	5,40	4,13
N	1,629**	81,570**	0,708**	0,166 ^{ns}	0,104	15,17	2,13
P	193,985**	6,169 ^{ns}	294,609**	77,974 ^{ns}	72,414	26,00	32,72
K	0,043*	0,003 ^{ns}	0,043*	0,005 ^{ns}	0,022	25,35	0,59
Na	0,361**	347,142**	0,194**	0,016 ^{ns}	0,091	11,90	2,54
Ca	35,329**	164,213**	12,244**	4,004 ^{ns}	3,660	20,67	9,26
Mg	6,554**	155,329**	2,717**	0,405 ^{ns}	1,092	23,94	4,37

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; 1 - análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{X+1}$. GL GEN = 22 GL sal = 1 GL gen x sal = 22 GL bloco = 3 GL erro = 135

Observa-se, na Tabela 3, alterações nas características químicas do complexo sortivo, sendo observado nas variáveis de pH, CE, e nos teores de P, N, Ca, Na e Mg. Segundo Brito et al. (2015), essas concentrações podem variar conforme o grau de absorção de nutrientes pela planta, já que, inicialmente, usou-se o mesmo substrato.

Houve diferença significativa entre as salinidades com o aumento da condutividade elétrica, esse incremento já era esperado, devido ao uso de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O, utilizados no preparo da solução desejada da água de irrigação, correspondente a uma condutividade elétrica 3,0 dS m⁻¹. As maiores médias foram observadas nos substratos

irrigados com água de CE de 3,0 dS m⁻¹, sendo os genótipos TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKFL X (LCR x TR) – 25 e TSKFL X (LCR x TR) – 69.

Quanto ao pH do substrato, verificou-se redução em função do aumento da salinidade da água de irrigação de 0,3 para 3,0 dS m⁻¹ (Tabela 3). Provavelmente essa redução no pH deve ser devido a dessorção de prótons, pois com o aumento da salinidade da água tem maior quantidade de NaCl e CaCl₂, que irão ocasionar a dissociação do H⁺. Segundo Meurer (2012), além de promover sua dissociação, irá conseqüentemente aumentar a concentração desse íon na solução do solo, o que faz diminuir o valor do pH.

Avaliando a interação entre a salinidade da água de irrigação e os genótipos de citros, pode-se destacar dois grupos distintos de genótipos quando irrigados com água de alta salinidade. Com destaque para os genótipos TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 40, TSKFL X (LCR x TR) – 12, TSKFL X (LCR x TR) – 25, TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 69, LCRSTC, LVK x LCR – 038 e Sunki Tropical que não apresentaram diferenças entre os híbridos estudados.

Estudando-se o efeito da interação dos fatores nos teores de ‘P’ (Tabela 3), observam-se efeitos diferenciados da salinidade em cada genótipo. Os efeitos da salinidade podem variar em função dos genótipos dentro de uma espécie, além de variarem em função de fatores ambientais (FERNANDES et al., 2016), justificando assim este fato, que pode ser relacionado às condições genéticas e até mesmo fenotípicas desses genótipos, os quais são pertencentes de uma mesma progênie, oriundos de cruzamento diferentes. Os genótipos que obtiveram as maiores médias com a CE_a 0,3 dS m⁻¹ foram: TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 32, TSKC X (LCR x TR) – 40, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 62 e TSKFL X (LCR x TR) – 69. Os genótipos que se destacaram com a CE_a 3,0 dS m⁻¹ foram os: TSKC X (LCR x TR) – 01, TSKC X (LCR x TR) – 10, TSKC X (LCR x TR) – 16, TSKC X (LCR x TR) – 17, TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 59, TSKC X (LCR x TR) – 73, TSKFL X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 25, TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 49, TSKFL X (LCR x TR) – 62, TSKFL X (LCR x TR) – 69, LCRSTC e LVK x LCR – 0,38.

Segundo Vital et al. (2005), o fósforo pode exercer papel fundamental no sucesso do manejo de solos salinizados. Ainda, segundo os autores, a interação entre salinidade e

nutrição de fósforo são bastante complexas, uma vez que são altamente dependentes da espécie ou da cultivar, do estágio de desenvolvimento, da composição e nível de salinidade e da concentração de fósforo no substrato. Khalil et al. (1967) ressaltam que as respostas das plantas ao fósforo, sob condições salinas, podem ser devidas ao fato de que, sob tais condições, o crescimento radicular é limitado e uma elevada concentração de fósforo no solo pode compensar a demanda total da planta.

Tabela 3: Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidade (teste F) relativas a condutividade elétrica (CE), potencial de hidrogênio (pH) e os teores de fosforo (P) e nitrogênio (N) no complexo sortivo do substrato.

GENOTIPO	C.E.		pH		P		N	
	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹
TSKC x (LCR x TR) – 01	0,567Ba	1,206Ab	5,835Aa	5,037Ba	29,681Bb	42,679Aa	2,733Aa	1,622Ba
TSKC X (LCR x TR) – 10	0,608Ba	1,322Ab	4,945Ab	4,410Bb	25,819Bb	38,480Aa	3,000Aa	1,222Bb
TSKC X (LCR x TR) – 16	0,579Ba	1,364Ab	4,705Ac	4,167Bb	25,524Ab	33,936Aa	2,883Aa	1,600Ba
TSKC X (LCR x TR) – 17	0,530Ba	1,241Ab	4,548Ac	4,003Bc	26,592Ab	33,359Aa	2,917Aa	1,467Bb
TSKC X (LCR x TR) – 18	0,601Ba	1,092Ac	4,273Ad	4,030Ac	24,072Ab	33,493Aa	2,900Aa	1,844Ba
TSKC X (LCR x TR) – 20	0,457Ba	1,335Ab	4,115Ad	3,860Ac	41,473Aa	23,277Bb	3,017Aa	1,133Bb
TSKC X (LCR x TR) – 29	0,325Bb	1,421Aa	4,228Ad	3,970Ac	42,730Aa	22,850Ba	3,100Aa	1,533Ba
TSKC X (LCR x TR) – 32	0,434Bb	1,078Ac	4,253Ad	3,870Bc	49,248Aa	23,617Bb	3,150Aa	1,783Ba
TSKC X (LCR x TR) – 40	0,573Ba	1,262Ab	4,138Ad	3,900Ac	35,744Aa	21,415Bb	3,100Aa	1,311Bb
TSKC X (LCR x TR) – 59	0,407Bb	1,262Ab	4,115Ad	3,717Bc	32,985Ab	44,220Aa	3,000Aa	1,289Bb
TSKC X (LCR x TR) – 73	0,500Ba	1,197Ab	4,025Ad	3,635Bc	29,856Ab	39,326Aa	3,150Aa	1,267Bb
TSKFL X (LCR x TR) – 12	0,399Bb	1,245Ab	4,063Ad	3,780Ac	33,513Ab	28,334Ab	3,067Aa	1,378Bb
TSKFL X (LCR x TR) – 18	0,297Bb	0,981Ac	4,150Ad	3,800Bc	34,291Ab	35,048Aa	3,150Aa	1,222Bb
TSKFL X (LCR x TR) – 25	0,419Bb	1,646Aa	4,105Ad	3,803Ac	27,527Ab	36,019Aa	3,200Aa	1,467Bb
TSKFL X (LCR x TR) – 38	0,385Bb	0,978Ac	4,005Ad	3,673Ac	33,719Ab	34,963Aa	3,050Aa	2,300Ba
TSKFL X (LCR x TR) – 44	0,548Ba	1,187Ab	4,023Ad	3,737Ac	42,042Aa	31,197Aa	3,167Aa	1,756Ba
TSKFL X (LCR x TR) – 49	0,373Bb	0,970Ac	4,025Ad	3,673Bc	30,939Ab	32,402Aa	3,167Aa	1,800Ba
TSKFL X (LCR x TR) – 59	0,532Ba	1,040Ac	3,975Ad	3,643Bc	42,911Aa	26,573Bb	3,150Aa	1,600Ba
TSKFL X (LCR x TR) – 62	0,578Ba	1,076Ac	3,923Ad	3,583Bc	41,431Aa	37,856Aa	3,067Aa	1,778Ba
TSKFL X (LCR x TR) – 69	0,445Bb	1,500Aa	3,955Ad	3,733Ac	41,740Aa	33,398Aa	3,133Aa	1,267Bb
LCRSTC	0,167Bb	1,330Ab	4,408Ac	4,475Ab	19,603Bb	32,378Aa	1,133Ab	1,117Ab
LVK x LCR-038	0,563Bb	0,923Ac	4,630Ac	4,440Ab	31,459Bb	43,739Aa	1,289Ab	0,889Ab
Tangerineira Sunki Tropical	0,194Bb	1,307Ab	4,230Ad	4,273Ab	14,631Bb	19,278Ab	0,817Ab	1,067Ab

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

FONTE: o autor.

Ao estudar os teores de N, nota-se redução significativa nos teores do substrato quando irrigado com água de condutividade elétrica de 3,0 dS m⁻¹ (Tabela 3). Com isso, nota-se, que os elevados teores de sais, podem apresentar limitações ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Os genótipos TSKC X (LCR x TR) – 01, TSKC X (LCR x TR) – 16, TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 32,

TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 49, TSKFL X (LCR x TR) – 59 e TSKFL X (LCR x TR) – 62, tiveram as melhores médias, vale ressaltar, ainda, que as testemunhas não diferiram estatisticamente entre si. Deste modo, a salinidade, uma vez que influencia na estrutura do solo, reduz também a sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção (SCHOSSLER et al., 2012). Além disso, afeta também a absorção dos nutrientes em que o mecanismo de contato íon-raiz ocorre em solução aquosa (fluxo em massa) e, assim, interferindo na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg (PRADO, 2008).

Nos teores de K no substrato, constatou-se efeito da interação entre a salinidade da água e os genótipos de citros (Tabela 4). Observar-se que as melhores médias foram contatadas nos genótipos TSKC X (LCR x TR) – 40 e TSKFL X (LCR x TR) – 62, irrigados com CE_a de 0,3 e 3,0 $dS\ m^{-1}$, respectivamente.

Ao avaliar os teores de sódio no substrato, verifica-se aumento nos valores quando as plantas foram irrigadas com CE_a de 3,0 $dS\ m^{-1}$, esse aumento deve-se a aplicação da água salina durante aplicação dos tratamentos e aos teores do íon NaCl que estava contida no preparo da água para irrigação. Tal incremento pode ter efeito na disponibilidade de nutrientes e fertilidade, como atestam D’Almeida et al., (2005), ao destacarem que o aumento das concentrações de sais e sódio trocável ocasionam a redução da fertilidade do solo. Esses aumentos nos teores de sódio estão associados, diretamente, com o aumento na condutividade elétrica verificada, sendo que, de acordo com Mendes et al. (2008), as altas concentrações de sais, podem restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir a níveis antieconômicos, em função da elevação do potencial osmótico.

Ao avaliar os teores de Cálcio no substrato, verifica-se aumento quando se irrigou com água de condutividade de 3,0 $dS\ m^{-1}$, sendo os maiores valores observados nos genótipos TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 32 e TSKC X (LCR x TR) – 40. Esse acúmulo de Ca^+ no substrato está relacionada a adição deste elemento na água de irrigação e baixa mobilidade deste cátion. Um fator que também pode estar relacionado a este aumento Ca^+ , é o desequilíbrio nutricional em virtude da significativa alteração nos processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta (SILVA et al., 2009).

Quanto ao Mg^2 , observa-se que a maior concentração foi encontrado no tratamento irrigado com CE_a de 3,0 dSm^{-1} , devido a adição de $MgCl_2.6H_2O$ na água de irrigação. O

magnésio trocável é adsorvidos nas cargas negativas dos colóides do solo por atração eletrostática, assim, o Mg^{2+} é facilmente deslocados ou trocados por outros cátions da solução.

Tabela 4. Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidade (teste F) relativas a Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) no complexo sortivo do substrato.

GENOTIPO	K		Na		Ca		Mg	
	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹
TSKC x (LCR x TR) - 01	0,511Ab	0,525Aa	1,198Bb	2,963Aa	2,963Aa	6,300Bd	2,963Aa	2,800Ab
TSKC X (LCR x TR) - 10	0,546Ab	0,583Aa	1,068Bb	2,775Aa	2,775Aa	8,100Bc	2,775Aa	2,700Ab
TSKC X (LCR x TR) - 16	0,461Ab	0,530Aa	1,211Bb	2,475Aa	2,475Aa	8,450Ac	2,475Aa	3,250Ab
TSKC X (LCR x TR) - 17	0,427Ab	0,590Aa	1,349Ba	3,638Ab	3,638Ab	7,050Bc	3,638Ab	4,388Ab
TSKC X (LCR x TR) - 18	0,643Aa	0,382Ba	1,165Bb	3,788Bb	3,788Bb	14,800Aa	3,788Bb	6,450Aa
TSKC X (LCR x TR) - 20	0,588Ab	0,589Aa	0,991Bb	2,738Ba	2,738Ba	11,400Ab	2,738Ba	5,700Aa
TSKC X (LCR x TR) - 29	0,444Ab	0,532Aa	1,180Bb	2,438Ba	2,438Ba	10,200Ab	2,438Ba	5,750Aa
TSKC X (LCR x TR) - 32	0,449Ab	0,614Aa	1,182Bb	2,775Ba	2,775Ba	13,275Aa	2,775Ba	4,875Aa
TSKC X (LCR x TR) - 40	0,520Bb	0,799Aa	1,605Ba	3,038Ba	3,038Ba	13,500Aa	3,038Ba	5,900Aa
TSKC X (LCR x TR) - 59	0,573Ab	0,707Aa	1,167Bb	2,888Ba	2,888Ba	10,250Ab	2,888Ba	4,250Ab
TSKC X (LCR x TR) - 73	0,616Ab	0,805Aa	1,007Bb	3,675Ab	3,675Ab	7,950Bc	3,675Ab	5,738Ba
TSKFL X (LCR x TR) - 12	0,587Ab	0,579Aa	1,201Bb	2,963Ba	2,963Ba	5,550Bd	2,963Ba	6,150Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 18	0,550Ab	0,562Aa	1,144Bb	3,825Bb	3,825 Bb	5,700Bd	3,825 Bb	6,000Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 25	0,553Ab	0,555Aa	1,756Ba	3,188Ba	3,188 Ba	6,900Ac	3,188 Ba	5,400Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 38	0,701Aa	0,626Aa	1,177Bb	3,488Ba	3,488 Ba	5,175Bd	3,488 Ba	5,850Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 44	0,634Aa	0,672Aa	1,072Bb	3,094Ba	3,094 Ba	5,800Bd	3,094 Ba	5,500Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 49	0,820Aa	0,613Aa	0,935Bb	4,013Ab	4,013 Ab	5,000Ad	4,013 Ab	3,300Ab
TSKFL X (LCR x TR) - 59	0,774Aa	0,632Aa	0,756Bb	2,944Bb	2,944 Bb	5,063Bd	2,944 Bb	5,588Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 62	0,818Aa	0,473Ba	0,961Bb	3,413Bb	3,413 Bb	8,000Ac	3,413 Bb	5,333Aa
TSKFL X (LCR x TR) - 69	0,549Ab	0,538Aa	1,078Bb	4,669Ba	4,669 Ba	7,050Ac	4,669 Ba	8,100Aa
LCRSTC	0,611Ab	0,730Aa	1,208Bb	5,288Ba	5,288 Ba	9,100Ac	5,288 Ba	6,250Aa
LVK x LCR-038	0,664Aa	0,576Aa	1,443Ba	4,092Aa	10,650 Aa	8,600Ac	5,000 Ba	5,800Aa
Tangerineira Sunki Tropical	0,527Ab	0,548A a	0,947Bb	4,265Aa	5,963 Ac	7,950Ac	4,238 Ba	6,500Aa

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

Particularmente, nos substratos cultivados com os genótipos TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 32, TSKC X (LCR x TR) – 40, TSKC X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 12, TSKFL X (LCR x TR) – 18, TSKFL X (LCR x TR) – 25, TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 62 e TSKFL X (LCR x TR) – 69, LCRSTC, LVK x LCR – 0,38 e SUNKI TROPICAL, diferiram estatisticamente dos cultivados em substrato irrigados com CE_a de 0,3 dS m⁻¹, indicando que os genótipos sob condições de estresse salino tiveram absorção dos respectivos macronutrientes, de maneira distinta, as planta na ausência do estresse salino.

Estudando-se o balanço de sais solúveis no substrato por meio da análise de variância disposta na Tabela 5, observa-se o efeito significativo da interação entre os fatores genótipo (GEN) e níveis de salinidade (SAL) em todas as variáveis, exceto Cl. Ao avaliarmos os

fatores isolados, constatou-se efeito significativo do Cl a um nível de probabilidade de 1% para o fator salinidade da água. O aumento progressivo da salinidade da água de irrigação eleva a condutividade elétrica e a concentração de sais, principalmente o de sódio no substrato, o que ocasiona distúrbios de origem osmótica e iônica sobre a mudas, afetando diretamente a seu potencial fisiológico e conseqüentemente o seu crescimento inicial (REBEQUI et al., 2009; SÁ et al., 2016).

5.2 SAIS SOLÚVEIS NO SUBSTRATO

Observou-se um incremento significativo na condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato de todos os genótipos citros quando irrigados com água de alta salinidade (3,0 dS m⁻¹), em relação as que foram irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹). Destacando-se dois grupos de genótipos compreendidos com os TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 40 e a SUNKI TROPICAL no primeiro grupo, e no segundo os genótipos TSKC X (LCR x TR) – 01, TSKC X (LCR x TR) – 10, TSKC X (LCR x TR) – 16, TSKC X (LCR x TR) – 17, TSKC X (LCR x TR) – 32, TSKFL X (LCR x TR) – 18, TSKFL X (LCR x TR) – 69 e LVK x LCR – 038 O aumento da salinidade do substrato em função da salinidade água de irrigação também foi observado por Rebequi et al. (2009) na produção de mudas de limoeiro Cravo. Ainda de acordo com esses autores, o aumento da salinidade e da sodicidade do solo atuam negativamente sobre o crescimento e no acúmulo de fitomassa das mudas de limoeiro cravo e de mamoeiro, conforme o aumento da salinidade do substrato.

Tabela 5. Resumo da análise de variância relativa às características químicas dos sais solúveis no substrato: Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), Potencial Hidrogeniônico (Ph), Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Bicarbonato (HCO₃), Cloro (Cl), Sulfato (SO₄²⁻), Razão de adsorção de Sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocáveis (PST).

	QUADRADOS MÉDIOS (SOLÚVEIS)						
	GEN	SAL	GEN X SAL	BL	RES	CV	\bar{X}
CE	1,538**	605,408**	1,841**	0,137 ^{ns}	0,614	19,58	4,009
pH	0,827**	44,538**	0,335**	0,154 ^{ns}	0,085	5,68	5,160
K	1,778*	76,485**	1,701*	0,122 ^{ns}	0,937	35,28	2,744

Na	77,603**	54373,698**	61,107**	17,895 ^{ns}	23,931	18,24	26,818
Ca	45,356**	1781,154**	31,677**	26,250 ^{ns}	13,715	28,59	12,955
Mg	11,899**	16,640 ^{ns}	21,420**	1,866 ^{ns}	5,122	30,73	7,364
HCO ₃	1,3155**	55,257**	1,886**	0,182 ^{ns}	0,289	22,23	2,420
Cl	160,219 ^{ns}	170307,996**	129,463 ^{ns}	50,136 ^{ns}	104,033	25,65	39,766
SO ₄ ²	0,353**	0,394*	0,216**	0,039 ^{ns}	0,091	45,48	0,6657
RAS	10,833**	8347,075**	8,503**	3,296 ^{ns}	2,044	12,38	11,555
PST	10,923**	6400,352**	7,669**	0,651 ^{ns}	2,954	15,79	10,883

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; 1 - análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{X+1}$. GL genótipo= 22 GL sal= 1 GL gen x sal= 22 GL bloco= 3 GL erro= 135

Os valores de pH variaram entre 1,09 a 2,92 quando cultivado com CE_a de 0,3 dS m⁻¹. Os substratos que se observaram os maiores valores de pH seguiram a mesma tendência dos que apresentaram maior condutividade elétrica, sendo eles os TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 40 e a testemunha SUNKI TROPICAL que apresentaram valores entre 3,90 e 5,51 quando cultivado em substrato irrigado com condutividade elétrica de 3,0 dS m⁻¹. Já Sá et al. (2016), trabalhando com mudas de mamoeiro sob irrigação com água salina, verificaram redução do pH do substrato, os autores atribuem esse fenômeno, aos efeitos benéficos da lâmina de lixiviação e da drenagem no controle da salinidade e sodicidade do substrato.

Tabela 6. Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de médias entre salinidades (teste F) relativas à Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), Potencial Hidrogeniônico do extrato de saturação (PHes), Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Bicarbonato (HCO₃), Cloro (Cl), Sulfato (SO₄²), Razão de adsorção de Sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocáveis (PST).

GENOTIPO	CEes		PHes		K		Na		Ca		Mg	
	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹
TSKC x (LCR x TR)-01	2,52Ba	6,02Ab	6,44Aa	5,26Ba	1,93Bb	3,35Ab	10,90Ba	46,76Ab	14,06Aa	18,59Aa	6,17Ab	6,87Ab
TSKC X (LCR x TR)-10	2,71Ba	6,14Ab	5,82Ab	4,96Bb	2,21Aa	3,56Ab	10,38Ba	47,06Ab	13,06Ba	19,84Aa	9,12Ab	6,45Ab
TSKC X (LCR x TR)-16	2,50Ba	6,22Ab	5,86Ab	4,85Bb	1,38Bb	3,18Ab	10,43Ba	51,54Aa	11,39Ba	19,37Aa	9,23Aa	7,70Ab
TSKC X (LCR x TR)-17	2,33Ba	6,42Ab	5,79Ab	4,57Bc	1,58Bb	3,81Aa	11,73Ba	49,25Ab	9,68Ba	17,10Aa	9,21Aa	6,32Ab
TSKC X (LCR x TR)-18	2,50Ba	5,67Ac	5,43Ac	4,75Bc	2,35Aa	2,52Ab	10,21Ba	45,45Ab	12,65Aa	14,37Ab	7,18Aa	5,62Ab
TSKC X (LCR x TR)-20	2,14Ba	7,23Aa	5,43Ac	4,51Bc	1,86Bb	3,99Aa	7,83Ba	52,99Aa	10,46Ba	19,68Aa	6,56Ab	8,64Ab
TSKC X (LCR x TR)-29	1,62Ba	6,83Aa	5,91Ab	4,86Bb	1,11Bb	3,49Ab	8,60Ba	56,73Aa	6,71Bb	17,10Aa	6,25Ab	8,90Ab
TSKC X (LCR x TR)-32	2,06Ba	5,95Ab	5,41Ac	4,63Bc	1,28Bb	3,18Ab	9,64Ba	46,39Ab	11,25Aa	15,46Ab	6,45Bb	9,84Ab
TSKC X (LCR x TR)-40	2,73Ba	6,80Aa	5,45Ac	4,51Bc	1,78Bb	5,14Aa	12,66Ba	50,09Ab	12,50Ba	20,62Aa	8,90Aa	8,12Ab

TSKC X (LCR x TR)-59	2,09Ba	4,80Ac	5,21Ad	4,67Bc	1,78Ab	2,85Ab	9,10Ba	39,90Ac	10,28Aa	14,37Ab	8,93Aa	7,70Bb
TSKC X (LCR x TR)-73	2,31Ba	5,73Ac	5,03Ad	4,52Bc	2,49Ba	4,20Aa	9,55Ba	42,60Ac	9,67Ba	18,59Aa	9,70Aa	7,65Ab
TSKFL X (LCR x TR)-12	1,89Ba	6,12Ac	4,85Ad	4,63Ac	1,60Ab	2,91Ab	8,78Ba	46,97Ab	11,32Aa	15,39Ab	3,75Bb	8,04Ab
TSKFL X (LCR x TR)-18	1,53Ba	4,88Ab	5,41Ac	4,65Bc	1,36Ab	2,60Ab	8,05Ba	41,08Ac	8,12Bb	10,20Ac	4,21Bb	7,50Ab
TSKFL X (LCR x TR)-25	2,33Ba	5,50Ac	6,23Aa	5,51Ba	2,97Ba	4,46Aa	12,95Ba	38,11Ac	8,75Ba	16,56Aa	8,33Aa	5,62Ab
TSKFL X (LCR x TR)-38	2,14Ba	5,43Ac	6,02Ab	5,13Ba	3,15Aa	3,11Ab	8,52Ba	38,69Ac	0,07Bb	16,25Aa	10,62Aa	6,09Bb
TSKFL X (LCR x TR)-44	2,33Ba	4,48Ac	5,88Ab	4,85Bb	2,42Aa	2,85Ab	8,74Ba	35,31Ac	11,25Aa	14,16Ab	5,62Ab	6,04Ab
TSKFL X (LCR x TR)-49	2,00Ba	4,82Ac	6,01Ab	4,69Bc	2,74Aa	2,89Ab	7,40Ba	37,08Ac	7,50Bb	14,14Ab	5,78Ab	5,93Ab
TSKFL X (LCR x TR)-59	2,28Ba	4,66Ac	5,85Ab	4,60Bc	3,30Aa	3,65Aa	7,23Ba	39,08Ac	9,06Ba	15,62Ab	7,03Ab	6,56Ab
TSKFL X (LCR x TR)-62	2,60Ba	4,99Ac	5,18Ad	4,58Bc	3,31Aa	3,13Ab	8,57Ba	37,51Ac	11,87Aa	13,75Ab	6,01Ab	6,87Ab
TSKFL X (LCR x TR)-69	2,34Ba	6,05Ab	5,20Ad	4,38Bc	2,32Aa	3,35Ab	8,14Ba	42,09Ac	11,56Ba	17,18Aa	5,62Ab	8,43Ab
LCRSTC	1,35Ba	5,62Ac	5,82Ab	3,90Bd	1,68Ab	2,74Ab	10,40Ba	40,52Ac	3,28Bb	8,75Ac	3,28Bb	7,65Ab
LVK x LCR-038	2,92Ba	6,06Ab	5,71Ab	3,95Bd	2,15Aa	2,80Ab	13,40Ba	43,68Ac	12,08Aa	11,09Ac	9,58Aa	8,43Ab
SUNKI TROPICAL	1,09Ba	7,29Aa	5,98Ab	4,30Bc	1,44Bb	4,07Aa	8,14Ba	43,24Ac	2,34Bb	21,25Aa	4,84Bb	15,20Aa

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

Avaliando os teores de sais solúveis no substrato, verificou-se que no substrato de todos os genótipos estudados houve aumento da concentração de Na^+ em função da irrigação com água de alta salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação à água de baixa salinidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), de modo que as maiores concentrações é devido à quantidade acrescida de sais à água, sendo essa água composta por sódio, cálcio e magnésio (proporção 7:2:1) (Tabela 6). No entanto, para os sais solúveis de cálcio, magnésio e potássio, verificaram-se comportamento diferenciado da concentração desses sais nos substratos dos distintos genótipos, de maneira que no substrato de alguns desses genótipos ocorreu aumento apenas o cálcio em função da irrigação com água de alta salinidade (Tabela 6). Fato que confirma o postulado por Ayers e Westcot (1999) que há respostas diferenciadas dos materiais de uma mesma espécie ao estresse salino, devido as particularidades de cada genótipo quanto absorção de água e sais do meio de cultivo. Esse aumento pode ser relativo a uma maior fixação aos colóides do solo e/ou absorção pelos genótipos, que possuem características diferentes podendo ter uma maior exigência pelo nutriente.

Os substratos usados nos genótipos TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 32, notou-se incremento nas concentrações de todos os sais solúveis em função do aumento da salinidade da água de irrigação (Tabela 6). Desse modo, as maiores concentrações de sais nos substratos desses genótipos podem estar relacionadas ao mecanismo de tolerância dos mesmos, já que de acordo com Shing et al. (2003), a exclusão de

íons pelas raízes é um dos mecanismos mais promissores contra os efeitos da salinidade em plantas cítricas.

Os teores de Ca^{2+} diferiram estatisticamente nos substratos que foram cultivados os genótipos TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 12, TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 62 e SUNKI TROPICAL em função da irrigação com água de com alta condutividade elétrica. Não foram observados incrementos nas concentrações de magnésio nos substratos dos genótipos TSKC X (LCR x TR) – 01, TSKC X (LCR x TR) – 10, TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 49, TSKFL X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 62, TSKFL X (LCR x TR) – 69 e da testemunha LCRSTC irrigadas com água com CE_a de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Na Tabela 7, observa-se a variável de HCO_3^- , do extrato de saturação dos genótipos irrigados com dois níveis de salinidade. Nos teores de HCO_3^- , sendo que, mesmo irrigando com água de maior contração não houve diferença significativa em nenhum dos genótipos entre as salinidades, porém entre os genótipos se dividiram em dois grupos entre cada salinidade, os que receberam maiores resultados quando irrigado com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ TSKC X (LCR X TR) – 01, TSKC X (LCR X TR) – 10, TSKC X (LCR X TR) – 17, TSKC X (LCR X TR) – 18, TSKC X (LCR X TR) – 20, TSKC X (LCR X TR) – 29, TSKC X (LCR X TR) – 32, TSKLF X (LCR X TR) – 73, TSKLF X (LCR X TR) – 18, TSKLF X (LCR X TR) – 25, TSKLF X (LCR X TR) – 62, TSKLF X (LCR X TR) – 69. Porém, para Boas et al. (1994) a concentração de bicarbonato entre $0,66$ e $2,95 \text{ mmolc L}^{-1}$ apresenta nível de dano alto para uso na fertirrigação.

Nos teores de Cl^- , todos os substratos irrigados com o maior nível salino apresentaram médias superiores aos irrigados com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. Esse aumento nos substratos irrigados com água de maior nível salino se deve ao fato de que as águas eram preparadas com cloreto de sódio, cálcio e magnésio, ocorrendo assim um acúmulo de sais nesses substratos. Apesar de o cloro ser um elemento, essencial para as plantas, em altas concentrações pode prejudicar severamente as culturas de citros, causando toxidez. Dias e Blanco (2010) afirmam que plantas sensíveis ao íon Cl^- possuem sintomas de toxicidade, apresentando queimadura do ápice das folhas e em estágios avançados, atinge as bordas e

promove sua queda prematura, aparecendo quando se alcançam concentrações de 0,3 a 1,0 % de cloreto, em base de peso seco.

Independente do genótipo de citros estudado houve incremento dos teores de cloro nos substratos quando as mudas foram irrigadas com água de alta salinidade (3,0 dS m⁻¹) em relação as plantas cultivadas sob baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹) (Tabela 5). Fato esperado devido a salinização da água de irrigação com íons cloreto de sódio, cálcio e magnésio (na proporção 7:2:1). Considerando que as plantas cítricas são altamente sensíveis aos sais cloro absorção de altas concentrações desse íon podem ocasionar inúmeros distúrbios fisiológicos e nutricionais (Rodriguez-Gamir et al. 2012; González et al. 2012; Syvertsen & Garcia-Sanchez, 2014), podendo destacar esse genótipos como mais sensíveis à salinidade, fato que poderá ser confirmado com o estudo do rendimento do acúmulo de fitomassa.

Tabela 7. Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, p<0,05) e de comparação de médias entre salinidades (teste F) relativas a bicarbonato (HCO₃), cloro (CL), sulfato (SO₄²), razão de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST).

GENOTIPO	HCO ₃		CL		SO ₄ ²		RAS		PST	
	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹
TSKC x (LCR x TR)-01	2,266 Aa	3,594 Aa	8,438 Ba	73,125 Aa	1,262 Aa	0,841 Aa	4,856 Ba	18,580 Ab	4,890 Ba	19,405 Aa
TSKC X (LCR x TR)-10	1,953 Aa	3,516 Aa	8,750 Ba	78,750 Aa	0,772 Ab	0,967 Aa	4,412 Ba	18,376 Ab	4,170 Ba	19,101 Aa
TSKC X (LCR x TR)-16	1,094 Ab	2,708 Ab	8,125 Ba	66,667 Ab	0,617 Ab	0,521 Aa	4,575 Ba	19,826 Aa	4,994 Ba	18,204 Aa
TSKC X (LCR x TR)-17	1,328 Ab	2,969 Aa	8,750 Ba	73,125 Aa	0,540 Ab	0,575 Aa	5,438 Bb	20,564 Aa	5,482 Ba	18,485 Aa
TSKC X (LCR x TR)-18	1,172 Ab	3,281 Aa	8,125 Ba	81,250 Aa	0,612 Ab	0,235 Ab	4,595 Ba	20,352 Aa	4,314 Ba	10,980 Ad
TSKC X (LCR x TR)-20	1,172 Ab	3,125 Aa	7,188 Ba	79,167 Aa	0,567 Ab	0,873 Aa	3,820 Ba	19,896 Aa	4,109 Ba	14,723 Ac
TSKC X (LCR x TR)-29	1,328 Ab	3,203 Aa	6,875 Ba	78,750 Aa	0,685 Ab	0,186 Ab	4,768 Ba	22,205 Aa	5,480 Ba	17,028 Ab
TSKC X (LCR x TR)-32	1,042 Ab	3,047 Aa	8,333 Ba	70,313 Aa	1,009 Aa	0,609 Aa	4,588 Ba	18,423 Ab	4,733 Ba	13,810 Ac
TSKC X (LCR x TR)-40	0,938 Ab	2,813 Ab	8,125 Ba	71,667 Aa	0,950 Aa	1,033 Aa	5,530 Bb	18,665 Ab	5,795 Ba	14,455 Ac
TSKC X (LCR x TR)-59	1,328 Ab	2,396 Ab	8,125 Ba	66,667 Ab	0,995 Aa	0,601 Aa	4,119 Ba	17,021 Ac	4,599 Ba	15,963 Ab
TSKC X (LCR x TR)-73	0,781 Ab	3,047 Aa	7,500 Ba	60,000 Ab	0,971 Aa	0,921 Aa	4,331 Ba	16,758 Ac	4,220 Ba	16,465 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-12	1,016 Ab	2,578 Ab	8,125 Ba	73,438 Aa	1,127 Aa	0,779 Aa	4,623 Ba	19,631 Aa	5,453 Ba	18,163 Aa
TSKFL X (LCR x TR)-18	0,938 Ab	3,958 Aa	7,500 Ba	69,167 Aa	0,655 Ab	0,603 Aa	4,605 Ba	19,628 Aa	5,033 Ba	17,622 Aa
TSKFL X (LCR x TR)-25	2,500 Aa	3,281 Aa	12,083 Ba	65,625 Ab	0,545 Ab	0,584 Aa	6,314 Bb	16,018 Ac	7,335 Ba	18,418 Aa
TSKFL X (LCR x TR)-38	2,396 A a	2,422 Ab	9,167 Ba	62,813 Ab	0,677 Ab	0,698 Aa	4,079 Ba	16,431 Ac	5,472 Ba	16,726 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-44	2,734 Aa	2,604 Ab	9,688 Ba	52,917 Ab	0,683 Ab	0,896 Aa	4,252 Ba	15,757 Ac	4,499 Ba	16,181 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-49	2,578 Aa	2,578 Ab	8,125 Ba	56,563 Ab	0,448 Ab	0,370 Ab	4,120 Ba	16,817 Ac	4,322 Ba	18,988 Aa
TSKFL X (LCR x TR)-59	3,281 Aa	2,734 Ab	8,750 Ba	62,500 Ab	0,643 Ab	0,543 Aa	3,715 Ba	17,468 Ac	3,021 Ba	17,219 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-62	2,422 Aa	3,047 Aa	10,000 Ba	60,625 Ab	0,437 Ab	0,652 Aa	4,050 Ba	16,806 Ac	4,132 Ba	16,427 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-69	2,734 Aa	3,359 Aa	9,688 Ba	75,000 Aa	0,658 Ab	0,560 Aa	3,933 Ba	16,754 Ac	4,372 Ba	16,010 Ab

LCRSTC	2,813 Aa	2,813 Ab	15,625 Ba	76,875 Aa	0,288 Ab	0,195 Ab	8,208 Ba	19,964 Aa	6,377 Ba	17,976 Aa
LVK x LCR-038	2,604 Aa	2,500 Ab	15,000 Ba	78,125 Aa	1,119 Aa	0,209 Bb	5,787 Bb	20,418 Aa	6,069 Ba	16,887 Ab
SUNKI TROPICAL	2,656 Aa	2,708 Ab	12,813 Ba	81,250 Aa	0,119 Bb	0,798 Aa	6,143 Bb	14,328 Ac	5,789 Ba	16,728 Ab

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

Observando a tabela 7 o comportamento do SO_4^{2-} , não apresentou diferença significativa entre salinidades com exceção da testemunha SUNKI TROPICAL que apresentou diferença, assim analisando os substratos dos genótipos pôde averiguar que apresentou dois grupos entre os genótipos de mesma salinidade na de, entre os de maior salinidade os apresentaram maiores valores foram TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 49, LCRSTC e LVK x LCR-038, já na salinidade menor apresentou maior quantidade de genótipos que não diferiram entre se, os que obteve maior medias são eles TSKC X (LCR x TR) – 01, TSKC X (LCR x TR) – 32, TSKC X (LCR x TR) - 40, TSKC X (LCR x TR) - 59, TSKC X (LCR x TR) - 73, TSFL X (LCR x TR) - 12, LVK x LCR – 38, assim o enxofre na solução do solo (SO_4^{2-}) pode ser adsorvido aos coloides inorgânicos do solo. A prática da calagem e a aplicação de fosfatos solúveis proporcionam diminuição na adsorção de SO_4^{2-} , aumentando a disponibilidade deste íon na solução do solo.

Observou, na Tabela-7, que na RAS houve diferença significativa entre os substratos dos genótipos irrigados com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, sendo verificada um aumento significativos da RAS quando irrigada com água de maior concentração de sais no substrato de todos os genótipos, destacando-se o genótipo TSKC x (LCR x TR) – 029, com o maiores valores. A elevação na RAS indica o aumento da proporção de sódio na fase solúvel do solo em relação ao cálcio e o magnésio (PESSOA, 2010), isso indica que os distintos genótipos absorveram mais os cátions cálcio, magnésio em relação aos cátions do sódio, entre outras palavras como destacando anteriormente, alguns genótipos apresentam maior seletividade nas raízes para absorção de íons presentes na zona radicular. Os resultados observados para RAS colaboraram com reduções observadas nos teores de cálcio e magnésio nos substratos desses genótipos.

Avaliando-se a PST, observou-se aumento nas parcelas em que o substrato era irrigado com salinidade de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, em relação aos substratos que eram irrigados com a água de abastecimento ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$). Este aumento da PST está relacionado com o tempo em que o substrato estava sendo irrigado com água de de maior nível de CE. Tais aumentos na PST podem indicar uma sodificação do substrato.

No substrato na qual era cultivado o genótipo TSKC X (LCR x TR)- 018, notou-se uma menor PST em relação aos demais genótipos, tal fato pode ser relativo a absorção de sódio ou outros nutrientes de forma diferenciada deste material, o que pode conferir um diferencial na tolerância à salinidade, já que esta é variável entre espécies (AYERS; WESTCOT, 1999; BRITO et al., 2014), sendo importante a identificação de materiais com potencial tolerância.

O uso de águas com diferentes níveis de salinidade promoveu alterações nas características químicas do solo, verificando-se aumento linear da condutividade elétrica, nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ , na relação de absorção de sódio (RAS) e na percentagem de sódio trocável (PST), além do uso de materiais com potencial de tolerância, é preciso fazer mão de estratégias de manejo de solo e água, a exemplo do manejo de adubos orgânicos e minerais junto ao manejo da irrigação, de modo a diminuir aumento da concentração de sais no solo, e seus efeitos negativos sob as plantas.

O uso de soluções de diferentes valores PST. Todos os solos apresentaram elevação da RST e da PST pela aplicação de soluções de RAS crescente, caracterizando a saturação do complexo de troca catiônico do solo pelo sódio aplicado na forma solúvel.

5.3. TOLERÂNCIA À SALINIDADE

Na Tabela 8 observa-se o resumo da análise de variância para as variáveis fitomassa seca total (MST), constatando-se efeito significativo dos fatores genótipo (GEN) e salinidade (SAL), ao nível de 1% de probabilidade, de forma isolada, não sendo verificado efeito da interação (GEN x SAL).

Tabela 8. Resumo da análise de variância relativa à massa seca total (MST).

Variável	Quadrado médio						
	GEN	SAL	GEN X SAL	BL	RES	CV	\bar{X}
MST	110,694**	938,890**	30,549 ^{ns}	41,425 ^{ns}	18,999	26,44	16,487

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; 1 - análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{X+1}$. GL genótipo= 22 GL sal= 1 GL gen x sal= 22 GL bloco= 3 GL erro= 135

De maneira geral, observa-se redução na formação de fitomassa da maioria dos genótipos quando irrigados com águas de maior condutividade elétrica (Tabela 9), fato

semelhante ao observado por Rebique et al. (2009), quando estudaram o efeito da salinidade da água de irrigação na produção de mudas de limoeiro Cravo. Os mesmos autores também observaram que o aumento da salinidade e da sodicidade do solo através das águas de irrigação, atuam, negativamente, sobre o crescimento e no acúmulo de fitomassa das mudas de limoeiro Cravo e de mamoeiro, conforme o aumento da salinidade do substrato.

Tabela 9. (teste de agrupamento FST) Teste de agrupamento de médias entre genótipos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e de comparação de (teste F) relativa à Massa Seca Total (MST).

GENOTIPO	MST	
	0,3 dS m ⁻¹	3,0 dS m ⁻¹
TSKC x (LCR x TR)-01	21,257 Ab	12,297 Bb
TSKC X (LCR x TR)-10	20,573 Ab	16,387 Aa
TSKC X (LCR x TR)-16	21,905 Ab	14,651 Bb
TSKC X (LCR x TR)-17	20,178 Ab	14,065 Bb
TSKC X (LCR x TR)-18	11,475 Ac	11,069 Ab
TSKC X (LCR x TR)-20	16,842 Ac	12,731 Aa
TSKC X (LCR x TR)-29	26,086 Aa	20,826 Aa
TSKC X (LCR x TR)-32	23,755 Ab	18,087 Ab
TSKC X (LCR x TR)-40	18,508 Ac	14,542 Ab
TSKC X (LCR x TR)-59	20,501 Ab	13,972 Bb
TSKC X (LCR x TR)-73	13,380 Ac	8,433 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-12	21,157 Ab	16,242 Aa
TSKFL X (LCR x TR)-18	17,704 Ac	9,407 Bb
TSKFL X (LCR x TR)-25	23,296 Ab	14,486 Bb
TSKFL X (LCR x TR)-38	16,971 Ac	10,884 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-44	12,012 Ac	12,122 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-49	15,161 Ac	10,261 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-59	19,012 Ac	13,089 Ab
TSKFL X (LCR x TR)-62	12,611 Ac	14,680 Aa
TSKFL X (LCR x TR)-69	14,925 Ac	10,737 Ab
LCRSTC	16,976 Ac	16,733 Aa
LVK x LCR-038	31,171 Aa	19,699 Ba
SUNKI TROPICAL	15,711 Bc	21,857 Aa

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

Tais efeitos da salinidade são relativos a diminuição do potencial hídrico, por meio do potencial osmótico, ou mesmo em função de efeito iônico dos sais no substrato, já que, no período de avaliação da matéria seca, a concentração de sais no substrato, assim como a RAS estavam acima do nível de salinidade limiar descrito na literatura para a cultura dos citros (MASS, 1993)

Na MST, dentre os genótipos que receberam água de irrigação de 0,3 dS m⁻¹ a SUNKI TROPICAL com uma média de 15,711 g planta⁻¹, foi a única que deferiu estatisticamente das demais amostra, já os seguintes genótipos TSKC X (LCR x TR) – 01, TSKC X (LCR x TR) – 10, TSKC X (LCR x TR) – 16, TSKC X (LCR x TR) – 17, TSKC X (LCR x TR) – 18,

TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 32, TSKC X (LCR x TR) – 40, TSKC X (LCR x TR) – 59, TSKC X (LCR x TR) – 73, TSKFL X (LCR x TR) – 12, TSKFL X (LCR x TR) – 18, TSKFL X (LCR x TR) – 25, TSKFL X (LCR x TR) – 38, TSKFL X (LCR x TR) – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 49, TSKFL X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 62, TSKFL X (LCR x TR) – 69 e LCRSTC não diferiram entre se pelo teste de Skott & Knott ao nível de 0,05 de probabilidade, com destaque para o LVK x LCR-038, no qual se obteve o maior valor 31,171 g planta⁻¹, bem como no TSKC X (LCR x TR)-18, com 11,475 g planta⁻¹, teve a menor média entre genótipos de mesma salinidade (Tabela 9).

Então, entre os grupos TSKC X (LCR x TR) e TSKFL X (LCR x TR), Sendo que, quando irrigada com água de maior salinidade (3,0 dS m⁻¹) pode-se observar que, que houve genótipos que tiveram uma maior acumulo de MST na qual se destaca os seguintes TSKC X (LCR x TR) – 10, TSKC X (LCR x TR) – 18, TSKC X (LCR x TR) – 20, TSKC X (LCR x TR) – 29, TSKC X (LCR x TR) – 32, TSKC X (LCR x TR) – 40, TSKC X (LCR x TR) – 73, notando-se médias de MST entre 8,44 e 20,826 g/planta⁻¹. Assim no outro grupo TSKFL X (LCR x TR) – 12, TSKFL X (LCR x TR) – 38 – 44, TSKFL X (LCR x TR) – 49, TSKFL X (LCR x TR) – 59, TSKFL X (LCR x TR) – 62, TSKFL X (LCR x TR) – 69, nesse grupo destaca entre as médias desse grupo o TSKFL X (LCR x TR) – 49 que teve a menor média com 10,261 g/planta.

Considerando a fitomassa seca total como a principal variável usada na classificação de genótipos, construiu-se um dendograma hierárquico de distância pelo método Euclidiano (Figura 1), podem-se verificar a distinção de três grupos de genótipos, os considerados tolerantes a salinidade, composto pelos híbridos TSKC x (LCR x TR) – 018, o TSKFL x (LCR x TR) – 044 e TSKFL x (LCR x TR) – 062, além das testemunhas SUNKI Tropical e LCRSTC.

No grupo dos genótipos mais sensíveis, tem-se o TSKFL x (LCR x TR) – 018, com rendimento relativo inferior a 60%, o que permite classificá-lo, conforme Ghey et al., (2016), como moderadamente sensível à salinidade (Figura 1).

Os demais genótipos foram classificados como moderadamente tolerantes à salinidade, o que é interessante, pois o uso de água com salinidade de 3,0 dS m⁻¹ fez com que a salinidade no extrato de saturação variasse de 4,48 a 7,29 dS m⁻¹, valor muito superior a salinidade limiar descrita na literatura, que é de 1,4 dS m⁻¹ no extrato de saturação (MASS,

1993), ou seja, estes genótipos possuem potencial de uso em regiões onde se necessite irrigar com águas de menor qualidade, ressaltando-se, porém, a necessidade de estudos em outras fases de desenvolvimento da espécie e a melhor combinação.

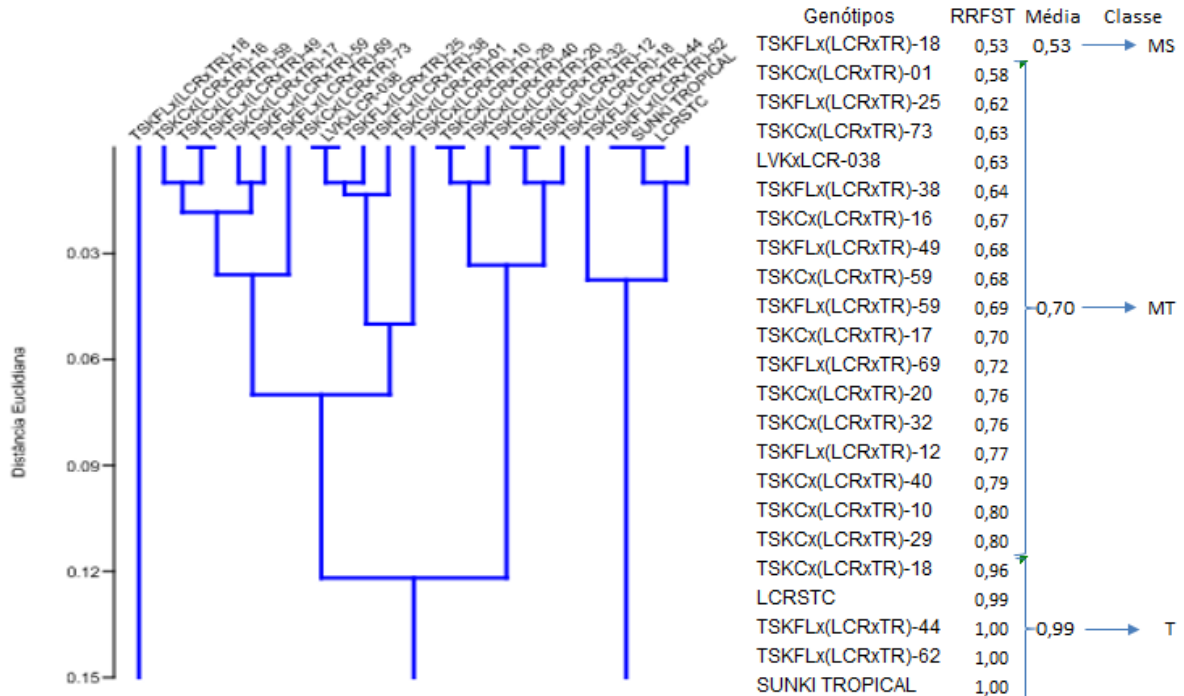


Figura 10: Dendrograma hierárquico de distância Euclidiana de Cluster referente a classificação dos genótipos da progênie de citros TSKC e TSKFL x (LCR x TR) usando por base a massa seca total. Pombal, PB, 2017.

6 CONCLUSÕES

1. As águas de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ aumentaram a salinidade e a sodicidade do substrato.
2. O aumento da salinidade da água elevou a condutividade elétrica do estrato de saturação e os teores de sais solúveis Ca, Mg, Na, Cl, RAS e PST.
3. O aumento da salinidade da água reduziu a fitomassa dos genótipos TSKC X (LCR x TR)-73, TSKFL X (LCR x TR)-18. sendo classificados como sensíveis.
4. Os genótipos TSKC x (LCR x TR) – 018, o TSKFL x (LCR x TR) – 044 e TSKFL x (LCR x TR) – 062, além das testemunhas SUNKI Tropical e LCRSTC, obtiveram os maiores acúmulo de fitomassa. Sendo considerados tolerantes em função da fitomassa seca total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU-RAWASH M, EL-WAKELL HF, KASSEM N & MOHAMED EA. **Studies on the vegetative propagation of some citrus rootstocks.** In Annals of Agricultural Science Cairo. 1998. p. 43, 523- 537.
- AL-YASSIN, A. **Adverse effects of salinity on citrus.** In International Journal of Agriculture & Biology. [S.L.], v.7, n.4, 2005. p. 668-680.
- AMARO, A.A.; MATTOS Jr., D.; POMPEU Jr., J. **Pesquisa e desenvolvimento na citricultura.** In: Mattos Jr., D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Jr., J. Citros. Campinas: IAC e Fundag, 2005. p. 913-929.
- ANDRADE JUNIOR, A.S. de. et al. **Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-Árido piauiense.** In Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.10, n.4, 2006. p. 873-880.
- ANJUM, M. A. **Effect of NaCl concentrations in irrigation water on growth and polyamine metabolism in two citrus rootstocks with different levels of salinity tolerance.** In Acta Physiologiae Plantarum, [S.L.], v. 30, 2008. p. 43-52.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** 2. ed. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, Revisado I. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- BAILEY, L.H. **The standart cyclopedia of horticulture.** New York: The Macmillan Co., 1944. p. 1362-1371.
- BERNARDI ACC, CARMELLO QAC & CARVALHO AS. 2000. **Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK.** In Scientia Agrícola. 2000, v. 57, p. 733-738.
- BERNARDI, A.C.; CARMELLO, C.A.; CARVALHO, S.A. **Growth and nutrient leaching of containerized citrus rootstock due to fertilizations with nitrogen, phosphorus and potassium.** In International Congress of Citrus Nurserymen, 6. Ribeirão Preto. Proceedings...1999. p. 249-253.
- BERNSTEIN, L. **Effecs of salinity and sodicity on plant growth.** In Annual Review of Plant phytopathology. v.13, 1975. p. 295-312.

- BOARETTO AE, SCHIAVINATO NETO P & MURAOKA T (1999) **Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação.** In Scientia Agrícola, 1999, v. 56, p. 621-626.
- BRITO, M. E. B. **Tolerância de genótipos de citros ao estresse salino.** 2010. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- BRITO, L.T.L. et al. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, 2005, p.596-602.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, PEDRO D., GHEYI, H. R., MELO, A.S DE, SOARES FILHO, WALTER DOS SANTOS, SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.1, p. 17 - 27, 2014.
- BRITO, M.E.B. et al. **Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos.** In Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Recife, v.3, n.4, 2008. p 343-353.
- BOAS, R.L.V., BOARETTO, A.E., VITTI, G.C. Aspectos da fertirrigação. In: VITTI, G.C., BOARETTO, A.E. Fertilizantes fluidos. Piracicaba, Potafos, 1996. 343p.
- BURKHALTER JP & GATES TK (2006) **Evaluating regional solutions to salinization and waterlogging in an irrigated river valley** Disponível em: < <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29073-9437%282006%29132%3A1%2821%29> >. Acesso em: 12 abr. 2017.
- BURT C, O'CONNOR K & RUEHR T. **Fertirrigação.** Irrigation Training Research Center. San Luis Obispo: Califórnia University, 1995. 320p.
- CARVALHO AS, SOUZA M (1996) **Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro-'Cravo', e da tangerineira-'Cleópatra' em bandejas.** In Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1996. v. 31, p. 815-822.
- CARVALHO SA, MATTOS JUNIOR D & SOUZA M (2000) **Efeito do KNO₃ nos teores de macronutrientes na matéria seca total de porta-enxertos cítricos produzidos em bandejas.** Bragantia, 59:89-94.

- CARVALHO, S.A.; GRAF, C.C.D.; VIOLANTE, A.R. **Produção de material básico e propagação.** In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR., J. Citros. Campinas: IAC e Fundag, 2005. p. 279-316.
- CIRILO, J.A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido brasileiro.** v. 63. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008, p. 61-82.
- CIRILO, J.A., GÓES, V.C. & ASFORA, M.C. 2007. **Integração das águas superficiais e subterrâneas.** In: Cirilo, J.A., Cabral, J.J.S.P., Ferreira, J.P.L., Oliveira, M.J.P.M., Leitão, T.E., Montenegro, S.M.G.L. & Góes, V.C. (orgs.). O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas. ABRH, Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco. p. 167-175.
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. **Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro ‘cravo’ submetido a estresse salino.** In Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 3, 2003, p. 528-531.
- DIAS, N. da S.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F de (Ed). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 129-141.
- FAGERIA, N.K.; GHEYI, H.R. **Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares.** In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (ed.) Manejo e controle da salinidade na agricultura. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.363-383.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Status of the World’s Soil Resources (SWSR) – Main Report, Rome, 2015.** Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2016.
- FERGUSON, L.; GRATTAN, S.R. **How Salinity Damages Citrus: Osmotic Effects and Specific Ion Toxicities.** In Hort Technology, Alexandria, v.15, n.1, 2005.
- FERNANDES, P. D. ; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. dos S.; MELO, A. S. de; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades portaenxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2. 2011. p. 259-267.
- FERNANDES, P.D. et al. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2. 2011, p. 259-267.

- FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P. de.; MEDEIROS, S. de S. **Halofitismo e agricultura bioessalina**. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.) Manejo da salinidade na agricultura: Estudos basicos e aplicados. Fortaleza - CE, 2016.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. In Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6. 2011, p. 1039-1042.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. **Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders**. In *Agricultural Water Management*, v.78, n.1, New York, 2005. p.15-24.
- FREIRE, M. B.G.; FREIRE, F.J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: Fertilidade do Solo. Novais, R.F. (ed). Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 2007. p. 929-954.
- FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. **A Aplicação de fertilizantes via água de irrigação**. In: Simpósio Brasileiro Sobre Fertilizantes Fluidos. Piracicaba. Anais, POTAFOS. 1993. p. 227-312.
- GARCÍA-LEGAZ, M.F.; ORTIZ, J.M.; GARCÍA-LIDON, A.G.; CERDÁ, A. **Effect of salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate in lemon varieties on different rootstocks**. In *Physiologia Plantarum*. Copenhagen, v.89, 1993. p.427-432.
- GRIEVE, A.M., PRIOR, L.D., BEVINGTON, K.B. **Long-term effects of saline irrigationwater on growth, yield, and fruit quality of Valencia orange trees**. In *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 58. 2007. p. 342-348.
- HOLANDA, F. S. R.; MARCIANO, C. R.; PEDROTTI, A.; AGUIAR, J. F. de; SANTOS, V. P. 2001. **Recuperação de áreas com problemas de salinização**. In Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 210. 2001. p. 57-61.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, 2013. 97p.
- IBGE. SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA-SIDRA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - outubro 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=1&u11=1&u12=3&u13=1&u14=26674&u15=1&u16=1&u17=1>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

- KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y Quality of irrigation water. In: Kovda, V. A.; Berg, C. van den; Hangan, R. M. (ed). **International Source Book On Irrigation, Drainage and Salinity**. London: Hutchinson/ FAO/UNESCO, 1973. Cap. 7, p.1777-05.
- LACERDA, C. F.; ASSIS JÚNIOR, José Otacílio de ; LEMOS FILHO, Luiz César Aquino ; GUIMARÃES, Francisco Valderez Augusto ; OLIVEIRA, Teógenes Senna de ; GOMES FILHO, Eneas ;PRISCO, José Tarquínio ; BEZERRA, Marlos Alves . **Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress**. In Brazilian Journal of Plant Physiology (Impresso), v. 18. 2006, p. 455-465.
- LEVY, Y. & SYVERTSEN, J. **Irrigation Water Quality and Salinity.Effects in Citrus Trees**.In Horticultural Reviews, v. 30. 2004, p. 37-82.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.H. Crop salt tolerance - Current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineers, Reston, v.103. 1977, p.115-134.
- MASS, E. V. **Salinity and citriculture**. In Tree Physiology. v. 12, n.2. Victoria, 1993. p. 195-216.
- MATTOS JUNIOR, D. et al. **Citros**, Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005, 929p.
- MAUST, B.E.; WILLIAMSON, J.G. **Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants**. In Journal of American Society for Horticultural Science. v. 119, n. 2. Alexandria, 1994.p. 195-201.
- MEDEIROS, P. H. A.et al, **Interception measurements and assessment of Gash model performance for a tropical semi-arid region**. In Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 2. 2009. p. 165-174.
- MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. 5 ed. Porto Alegre: Evangraf, 2012. 280p.
- MUNNS, R. **Genes and salt tolerance: bring them together**. In New Phytologist, , v.143. New Jersey: Hoboken, 2005. p.645-663.
- MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of salinity tolerance**. In Annual Reviews of Plant Biology, [S. L.], v. 59. 2008, p. 651-681.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; PEREIRA, F. C; KALAKI, R. **B. O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 137p. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/saiba-mais/o-retrato-da-citricultura-brasileira-189513-1.asp>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

- PAZ, V.P. da S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. In Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. v. 4, n.3, 2000. p. 465-473.
- PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T. de; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. de. **Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico**. In Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 28, n. 3, 2006. p. 439-443.
- POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; JORGE, J.P.N.; JACON, J.R. Competição de clones de limão cravo e de limão ‘Volkameriano’ como porta-enxerto em laranja Natal. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 8. Brasília, 1986. **Anais...** Brasília, 1986, p.147-151.
- POMPEU JÚNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: Rodriguez, O. (Coord.) Citricultura brasileira. 2. ed. v.1. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.265-280.
- PRIOR, L.D., GRIEVE, A.M., BEVINGTON, K.B., SLAVICH, P.G., 2007. **Long-term effects of saline irrigation water on Valencia orange trees: relationships between growth and yield, and salt levels in soil and leaves**. In Australian Journal of Agricultural Research. v. 58. 2007. p.349–358.
- QUINN NWT. **Environmental decision support system development for seasonal wetland salt management in a river basin subjected to water quality regulation**. In Agricultural Water Management. v. 96. 2009. p. 247-254.
- REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S.; BECKMANN-CAVALCANTE M. Z. **Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas**. In Revista de Ciências Agrárias. v. 32, n. 2. 2009. p. 219- 228.
- RENGASAMY, P.; OLSSON, K. A. **Sodicity and soil structure**. In Australian Journal of Soil, v. 29. 1991. p. 935-952.
- RICHARDS, L.A. (Ed). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. (USDA. Agriculture Handbook, 60. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p.
- RUSCHEL, J., CARMELLO, Q.A.DE C., BERNARDI, A.C.DE C., CARVALHO,S.A., MATTOS JÚNIOR, D. **Leaf nutrient contents of rangpur lime rootstock as affected by N, P, K, Ca and S Fertilization**. In Scientia agrícola. v. 61. 2004. p. 501-506.

- SÁ, F. V. da S.; PEREIRA, F. H. F.; LACERDA, F. H. D.; SILVA, A. B. da. Crescimento inicial e acúmulo de massa seca de cultivares de mamoeiro submetidas à salinidade da água em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.435-440, 2013.
- SANTOS, C.H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO, J.C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. **Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco em laranjeira ‘Pera’**. In Scientia Agrícola. Piracicaba, v. 56, n. 4, 1999.
- SCIVITTARO, W. B., OLIVEIRA, R. P., MORALES, C. F. G., E. B. RADMANN. **Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro ‘cravo’ em tubetes**. In Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 26, n. 1. 2004. p. 131-135.
- SILVA, C.L.S.P. **Apomixia em Citros: expressão diferencial de mRNA e proteínas em plantas e embriões zigóticos e apomíticos**. Jaboticabal, USP/CCA, 2002, 110p. Tese de Doutorado.
- SILVA, A. R.; AGRA, A. C.; ALEIXO, D. L.; NOBREGA, V. R.; DANTAS, E. D. **Situação econômica e produtiva da cultura dos citros no estado da Paraíba**. In Revista Verde. Mossoró, v.6, n.3. jul./set. 2011. p. 39-48.
- SILVA. L. A. S, BRITO. M. E. B, SÁ. F. V. S. S, MOREIRA. R. C. L. M, WALTER DOS S. SOARES FILHO. W. S. S; PEDRO D. FERNANDES. P. D. **Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico**. In Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.18, (Suplemento), p.S1–S7, 2014.
- SINGH, A.; SAINI, M. L.; BEHL, R. K. Screening of citrus rootstocks for salt tolerance in semi-arid climates – A review. **Tropics**, [S.L.], v. 13, n. 1. 2003. p. 53-66.
- SOUZA, E. L. DE S.; SCHWARZ, S. F.; OLIVEIRA, R. P. DE. **PORTA-ENXERTOS PARA CITROS NO RIO GRANDE DO SUL**. In: SOUZA, P. V. D. DE; SOUZA, E. L. DE S.; OLIVEIRA, R. P. DE. BONINE, D. P. (Ed). **Indicações técnicas para a citricultura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2010. p. 21-29.
- SULTANA, N.; IKEDA, T.; ITOH, R. **Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains**. In Environmental and Experimental Botany. v. 42. Kidlington, 1999, p. 211- 220.
- Sutcliffe, J.F. **As Plantas e a água**. São Paulo: E.PU/EDUSP, 1980. 126p.

- SYKES, S.R. Chloride and sodium excluding capacities of citrus rootstock germplasm **introduced to Australia from the People's Republic of China**. In *Scientia Horticulturae*, [S.L.], v. 128. 2011, p. 443-449.
- SYVERTSEN, J.P.; GARCIA-SANCHEZ, F. **Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus**. In *Environmental and Experimental Botany*. v. 103. 2014. p. 128-137.
- VITTI, D.M.S.S. **Avaliação da disponibilidade biológica de fósforo dos fosfatos bicálcico, Patos de Minas, Tapira e finos de Tapira para ovinos pela técnica de diluição isotópica**. São Paulo: IPEN, 1989. 87p. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1989.
- WICHELNS D, CONE D & STUHR G. **Evaluating the impact of irrigation and drainage policies on agricultural sustainability**. *Irrigation and Drainage Systems*. 2002. 16(1):1-14.
- ZHAO, G.Q., MA, B.L., REN, C.Z. **Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, and ion content of naked oat in response to salinity**. In *Crop Science*, v. 47. 2007. p. 123-131.
- ZULIAN, A.; DÖRR, A. C; ALMEIDA, S. C. **Citricultura e agronegócio cooperativo no Brasil**. In *Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*. v. (11), n. 11. jun. 2013. p. 2290-2306.