



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS  
AGROINDUSTRIAIS  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SISTEMAS AGROPECUÁRIOS**

**Tolerância de mudas de lima ácida 'Tahiti' em distintos  
porta-enxertos à salinidade da água**

**RÔMULO CARANTINO LUCENA MOREIRA**

**Pombal - PB  
Setembro de 2016**

RÔMULO CARANTINO LUCENA MOREIRA

**Tolerância de mudas de lima ácida ‘Tahiti’ em distintos  
porta-enxertos à salinidade da água**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB como parte das exigências ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindustriais para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

**Pombal – PB  
Setembro de 2016**

**Tolerância de mudas de lima ácida ‘Tahiti’ em distintos  
porta-enxertos à salinidade da água**

**RÔMULO CARANTINO LUCENA MOREIRA**

Aprovado em \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Comissão julgadora

---

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

---

Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre  
Examinador Interno CCTA/UFCG

---

Prof. D. Sc. João Batista dos Santos  
Examinador externo CCTA/UFCG

**Pombal – PB**  
**Setembro de 2016**

## **Dedico**

Primeiramente a **Deus**, pela fé a ele dedicada.

E as quatro mulheres mais importante em minha vida, Kênia (minha mãe), minha vó (Socorro), vó Santinha (*in memorian*) e Tia Kainha (Cláudia).

*O dinheiro faz homens ricos, o conhecimento faz homens sábios e a humildade faz grandes homens.*

**Mahatma Gandhi**

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por proporcionar momentos felizes e fortalecer minha fé em momentos difíceis.

À minha mãe **Kênia**, pelo amor dedicado e por ser minha fortaleza e por ser inspiração apoio sempre que preciso.

À **minha vó (Socorro)**, por todo o amor cultivado, pelos incentivos e por ser um exemplo de vida, em que me espelho.

À tia **Kainha** pela força e por todos os esforços que fizeste por mim.

Ao meu Pai **Ronaldo** (*in memorian*), que pelos poucos anos que tive de estar ao seu lado, contribuiu imensamente para quem sou hoje.

À vó **Santinha** (*in memorian*), que me mostrou ensinamentos e pela fé contagiante que transcrevia em suas palavras de apoio.

Ao meu avô **Valdeci**, pelos ensinamentos dados e por todo apoio concedido.

Aos meus tios **Esio, Junior e Galego** pelas palavras de incentivo e por força que me deram.

Ao meu irmão **Márcio Carantino**, pelo companheirismo e força em momentos delicados.

À minha namorada **Thaís Batista**, pelo apoio, compreensão, e o amor dedicado.

Aos pais da minha namorada dona **Marli** e seu **Francisco**, por todo apoio oferecido, e que tenho grande consideração por me tratarem como filho.

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

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

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

Ao meu orientador e professor **Marcos Eric**, por toda paciência, pelos ensinamentos e dedicação no dia a dia e por ser um exemplo de profissional.

Aos professores que participantes da banca **Reginaldo Gomes e João Batista**, pela atenção, ensinamentos e por estarem trabalhando em pleno feriado, quando podiam estar descansando em suas casas, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus primos e demais familiares, especialmente a **Yury Caranrino**, pela confiança e apoio.

E aos meus superamigos **Luciano Frade, Luderlândio de Andrade e Vanies da Silva**, por serem verdadeiros irmãos. Estiveram sempre à disposição e com conselhos construtivos.

À **Ilkelan Bezerra**, por estar ao longo dessa jornada, tendo minha consideração como um verdadeiro irmão.

Ao meu grande amigo e irmão **Vanilson Gomes**, por ter me incentivado e por nossa longa amizade.

À **Jardel Andrade**, por toda ajuda na condução dos experimentos, pela grande amizade.

À **Saulo Soares**, conhecido como Saulo Bidins, um irmão de consideração e pela ajuda financeira ao longo dessa jornada.

À mãe de Saulo, dona **Dinamar**, pelo apoio concedido durante essa jornada.

Ao técnico **Francisco**, do laboratório de solos e nutrição de plantas do CCTA/UFCG, por toda experiência passada durante à condução do experimento.

A todos os meus amigos, em especial a **Isidro Neto, Laíza Gomes, Leandro Pádua, Francisco De Assis e Edinete Nunes**.

Aos colegas de apartamento do infernim **Raul Amador e Romildo**.

A todos integrantes da Equipe Irrigando o Semiárido (EIS), que se propuseram em auxiliar nas análises realizadas durante o experimento.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Combinações de copa/porta-enxerto estudadas sob irrigação com águas salinas durante a fase de formação da copa/porta-enxerto, dos 180 aos 330 dias após a semeadura. Pombal – PB, 2016.	<b>20</b>
<b>Tabela 2</b>	Resumo da análise de variância das variáveis pH, condutividade elétrica ( $CE_{es}$ ) $dSm^{-1}$ , cálcio ( $Ca^{2+}$ ), potássio ( $K^{+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), sódio ( $Na^{+}$ ), bicarbonato ( $HCO_3^{-}$ ), cloreto ( $Cl^{-}$ ), sulfato ( $SO_4^{-}$ ), relação de absorção de sódio (RAS) e fitomassa seca total (FST) da pasta saturada de substratos de mudas de limão ‘Tahiti’ com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x <i>Poncirus trifoliata</i> Beneke (TRBK) em função de dois níveis de água salinas.	<b>24</b>
<b>Tabela 3</b>	Teste de médias referente pH, condutividade elétrica do estrato de saturação ( $CE_{es}$ ), do substrato utilizado na produção de mudas de limão ‘Tahiti’ com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x <i>Poncirus trifoliata</i> Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas, Pombal – PB, 2016.	<b>26</b>
<b>Tabela 4</b>	Teste de médias referente aos teores de cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), potássio ( $K^{+}$ ), sódio ( $Na^{+}$ ) do substrato utilizado na produção de mudas de limão ‘Tahiti’ com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x <i>Poncirus trifoliata</i> Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas, Pombal – PB, 2016.	<b>28</b>
<b>Tabela 5</b>	Teste de médias referente ao bicarbonato ( $HCO_3$ ), cloreto ( $Cl^{-}$ ), sulfato ( $SO_4^{-}$ ), relação de absorção de sódio (RAS) do substrato utilizado na produção de mudas de limão ‘Tahiti’ com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x <i>Poncirus trifoliata</i> Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas, Pombal – PB, 2016.	<b>30</b>

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** Dendograma hierárquico de distância Euclidiana para a classificação quanto à tolerância de mudas de lima ácida 'Tahiti' com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) e as testemunhas sob irrigação com águas salinizadas, Pombal, PB, 2016.

**32**

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	11
--------------------	----

vii



<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 – Aspectos gerais da Citricultura.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 – Qualidade da água de irrigação.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 – Efeito dos sais no solo e nas plantas .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 – Estresse Salino Em Citros .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Mudanças de citros sob estresse salino .....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIA E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 – Localização experimental .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 – Tratamentos e delineamento estatístico.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Preparação das águas de irrigação .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 – Condução do experimento .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 – Variáveis analisadas .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.1 – Determinação da fitomassa seca total .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.2 – Seleções copa/porta-enxerto .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.3 – Balanço de sais no substrato .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 – Análise estatística .....</b>	<b>23</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>33</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>

Moreira, R. C. L. **Tolerância de mudas de lima ácida ‘Tahiti’ em distintos porta-enxertos à salinidade da água.** 2016. 38p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.

RESUMO: A citricultura desempenha papel fundamental do ponto de vista social e econômico sendo produzido em quase todo o território nacional gerando emprego e renda a pequenos, médios e grandes produtores. As regiões semiáridas e áridas do Brasil são caracterizadas por apresentar insuficiência hídrica e irregularidade de distribuição das chuvas e, desta forma o sistema de produção necessariamente depende da irrigação que nem sempre disponibiliza de águas de boa qualidade. Diante disto objetiva-se estudar a tolerância de mudas de limão ‘Tahiti’ com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas durante a fase de formação do copa/porta-enxerto em casa de vegetação. O experimento foi conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), localizado no município de Pombal-PB. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, e tratamentos arranjados em esquema fatorial, 2 x (19+3), relativos a dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e 22 combinações copa/genótipos. Utilizaram-se quatro blocos, com uma planta útil por parcela, totalizando 44 tratamentos e 176 parcelas. O aumento da salinidade da água elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação e os teores de sais solúveis no substrato. A irrigação com água salina reduziu o acúmulo de fitomassa dos genótipos de citros, com exceção dos genótipos TSKFL X TRBK – 19, TSKFL X TRBK – 24, TSKFL X TRBK – 30, TSKFL X TRBK – 39, TSKFL X TRBK – 43, LCRSTC, LVK x LCR-038, identificados como tolerantes à salinidade. A combinação de ‘Tahiti’ com TSKFL X TRBK – 41 e SUNKI TROPICAL foram considerados sensíveis à salinidade dentre os materiais estudados.

Palavras chaves: *Citrus* spp.; Genótipos; Seleção; Estresse salino.

Moreira, R. C. L. **Tolerance of 'Tahiti' acidic seedlings in different rootstocks to salinity of water.** 2016. 38p. Dissertation (Master in Agroindustrial Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal – PB<sup>1</sup>.

**ABSTRACT:** Citriculture plays a fundamental role from the social and economic point of view, being produced in almost all the national territory general employment and income to small, medium and large producers. The semi-arid and arid regions of Brazil are characterized by water deficiency and irregular distribution of rainfall and, therefore, the production system necessarily depends on irrigation, which does not always provide good quality water. The objective of this study was to study the tolerance of 'Tahiti' lemon seedlings with different rootstocks of the Florida Sunki (TSKFL) and *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) crosses irrigated with salinized waters during the crown formation / Rootstock greenhouse phase. The experiment was carried out in a protected environment (greenhouse) of the Center for Science and Technology Agro-Food of the Federal University of Campina Grande (CCTA / UFCG), located in the municipality of Pombal-PB. The experimental design was a randomized complete block design and treatments arranged in a 2 x factorial scheme (19 + 3), related to two irrigation water salinity levels (0.3 and 3.0 dS m<sup>-1</sup>) and 22 combinations/Genotypes. Four blocks were used, with one useful plant per plot, totaling 44 treatments and 176 plots. The increase of water salinity increased the electrical conductivity of the saturation stratum and the contents of soluble salts in the substrate. Irrigation with saline water reduced the phytomass accumulation of citrus genotypes, with the exception of TSKFL X TRBK - 19, TSKFL X TRBK - 24, TSKFL X TRBK - 30, TSKFL X TRBK - 39, TSKFL X TRBK - 43, LCRSTC, LVK X LCR-038, identified as salinity tolerant. The combination of 'Tahiti' with TSKFL X TRBK - 41 and SUNKI TROPICAL was considered sensitive to salinity among the studied materials.

---

<sup>1</sup>Orientador: Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito, CCTA/UFCG

## 1 INTRODUÇÃO

Em se tratando de citros, no ano de 2015 o Brasil possuía uma área plantada de 735.650 há de laranja e uma produção superior a 16 milhões de toneladas (IBGE, 2016). Desse total, estando concentrada, em cerca de 76%, na região Sudeste. A região Nordeste responde por 10% da produção nacional de citros, com uma produção de 1.556658 t, com destaque aos estados da Bahia e Sergipe, maiores produtores, na Paraíba a produção está na ordem de 5.448 t (IBGE, 2016), havendo o potencial de incremento com a introdução de novas áreas na região semiárida do estado.

Entretanto a irregularidade na distribuição de chuvas, altas temperaturas e elevadas taxas de evapotranspiração tem limitado a disponibilidade de água de boa qualidade no semiárido nordestino, onde se tem tornado necessário o uso de água salina na irrigação como uma alternativa para suprir a demanda hídrica das culturas, principalmente no período de estiagem, quando os poços e açudes da região apresentam níveis de sais mais elevados na água, afetando de forma mais intensa na fase de muda da grande maioria das fruteiras, a exemplo dos citros (Sá et al., 2013; Brito et al., 2014a).

Níveis elevados de sais na solução do solo, é um dos principais fatores que limitam o crescimento e a produtividade das culturas, por reduzir a disponibilidade de água às plantas, relativo a redução do potencial osmótico da água (MGUIS et al., 2012). Além disso, a salinização ocasiona desbalanço nutricional e, devido ao excesso de sódio na solução de solo, provoca distúrbio na absorção de nutrientes, afetando as concentrações de íons na planta, como  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^{+}$  (DONG, 2012).

Em condições salinas, o crescimento, o desenvolvimento e a produção de plantas cítricas podem ser reduzidos, o que pode ser atribuído a efeitos de ordem osmótica, com a redução nas trocas gasosas, ou de ordem iônica, como a ocorrência de distúrbios nutricionais e bioquímicos (LEVY; SYVERTSEN, 2004; DIAS; BLANCO, 2010). Dessa forma, o uso de combinações copa/porta-enxerto tolerantes à salinidade pode viabilizar a utilização de água de baixa qualidade e de solos salinos (FERNANDES et al., 2011; Brito et al., 2014a).

A exposição das plantas em ambiente de solos salinos, promovem às plantas desenvolverem mecanismos de tolerância, notadamente ajustamento osmótico, assim, ressalta-se, a importância de estudos relacionando o balanço de sais no solo e na planta, de modo a identificar se está ocorrendo exclusão ou acúmulo de íons,

podendo tal relação ser correlacionada com a tolerância à salinidade, assim como foi feito por Brito et al., (2014a) e Silva et al., (2015). De acordo com Silva et al. (2014) acreditam ser possível identificar, através de análises de porta-enxertos de citros, se determinado genótipo apresenta tolerância e/ou desenvolve mecanismos fisiológicos para percepção do estresse salino. É possível que esta fase seja crucial para o desenvolvimento de plantas vigorosas e produtivas

Muitos pesquisadores têm intensificados seus estudos sobre a tolerância de espécies ao estresse salino, o lançamento de novos genótipos torna obrigatória a atualização do conhecimento, de modo a viabilizar o uso de águas salinas na agricultura, assim como realizado por Fernandes et al. (2011) e Brito et al. (2014b) com estudos de tolerância de genótipos citros (*Citrus* spp.). O que é interessante, face ao fato das plantas de citros serem consideradas pouco tolerantes à salinidade (SYVERTSEN; SANCHEZ, 2014).

Dessa forma, o uso de combinações copa/porta-enxerto tolerantes à salinidade pode viabilizar a utilização de água de baixa qualidade e de solos salinos (FERNANDES et al. 2011; BRITO et al. 2014a).

A exposição das plantas em ambiente de solos salinos, promovem às plantas desenvolverem mecanismos de tolerância, assim, ressalta-se, a importância de estudos utilizando diversos materiais genéticos na formação de novos porta-enxertos, visando alcançar características desejáveis como boa produtividade, além da adaptação ao convívio com estresses abióticos, embora trabalhos tenham sido realizados (BRITO et al. 2014a e SILVA et al. 2015), é necessário a identificação de novos materiais tolerante à salinidade.

Nesse sentido, objetivou-se estudar a tolerância de mudas de limão 'Tahiti' com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas durante a fase de formação docopa/porta-enxerto em casa de vegetação.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 – Aspectos gerais da Citricultura**

A região sudeste da Ásia foi identificada como o centro de origem dos citros que chegaram ao Brasil através dos portugueses, no início das expedições colonizadoras, porém os grandes pomares comerciais foram iniciados a partir de 1900, nos estados do Rio de Janeiro, Ceará e São Paulo; atualmente, a citricultura é praticada em todos os estados brasileiros (SWINGLE e REECE, 1967; SALIBE, 2000).

As plantas cítricas são oriundas das áreas tropicais e subtropicais da Ásia, pertencentes a família das Rutáceas, subfamília Aurantioidea. Em virtude do grande número de hibridações de origem natural ou do resultado de cultivos, sendo comercializadas, sobretudo as espécies dos gêneros *Citrus*, *Fortunela* e *Poncirus* (NICOLOSI, 2007).

No mundo são produzidos, hoje, cerca de 69,5 milhões de toneladas de laranja, em uma área de 3.912.781 ha (FAO, 2013); deste total o Brasil contribui com cerca de 26%, o que lhe confere o título de maior produtor mundial proporcionando um movimento maior que três bilhões de dólares por ano. São cultivados cerca de 250 milhões de plantas cítricas no país em uma área de 735.650 mil ha, com manutenção de 500 mil empregos diretos. Por meio do parque citrícola nacional são produzidos 18 milhões de toneladas de laranja, 1,2 milhão de toneladas de tangerina e 1,2 milhão de toneladas de limas ácidas e de limões por ano (LARANJA, 2008; IBGE, 2016).

### **2.2 – Qualidade da água de irrigação**

As águas utilizadas para irrigação normalmente são de origem superficial ou subterrânea, levando-se em conta que em determinadas zonas áridas as características climáticas e a escassez de recursos hídricos limitam a disponibilidade de água, tornando-se necessário o emprego de outras fontes de água disponíveis, como as águas residuárias de procedência urbana e as águas salobras de origem subterrâneas (ALMEIDA, 2010; SILVA et al. 2011).

De acordo com Almeida (2010) quando se fala em qualidade da água de irrigação se tem certeza que se trata de qualidade em relação à salinidade no sentido

amplo do termo. Neste caso, a qualidade da água se define em função de três critérios básicos: salinidade em sentido restrito, sodicidade e toxicidade.

. Segundo Richards (1954), os sais de maiores proporções encontrados nos solos salinos são compostos de cálcio, sódio e magnésio na forma de cloretos e sulfatos, encontrando-se, com menor frequência, compostos de potássio, carbonato e bicarbonato.

Sendo a água a principal necessidade na agricultura, é importante destacar que seu uso de forma racional e qualitativa na irrigação, promove o incremento da produtividade, que é o ponto de partida essencial em direção ao progresso (VASCONSELOS et al. 2009).

Embora a agricultura irrigada tenha grande papel na produção de alimentos, geração de emprego e renda, é o principal agente de degradação dos recursos hídricos sendo imprescindíveis soluções eficazes; neste sentido, English et al. (2002) comentam que uma das práticas para a mitigação desses problemas é a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes visando prontamente a máxima produção econômica e não a máxima produção fisiológica.

O Brasil está incluído entre os países com maior reserva de água doce, porém, devido a sua grande extensão territorial, apresenta elevada heterogeneidade em relação às suas características demográficas, climáticas e sociais. A Região Norte, a menos populosa do país, possui praticamente 70% dos recursos hídricos disponíveis no Brasil. Já as outras regiões, que englobam a maior parte da população brasileira apresentam 15% no Centro-Oeste 12% no Sudeste e Sul e apenas 3% na Região Nordeste (GONDIM, 2001).

As condições que predominam no semiárido do Brasil podem dificultar a vida humana, exigindo maior empenho e racionalidade na gestão dos seus recursos naturais. Um dos maiores desafios a serem enfrentados consistem em minimizar os efeitos da escassez da água (sazonal ou não) e da poluição, dos rios e dos mananciais particularmente nos países em desenvolvimento, bem como evitar o consumo irresponsável e sem fundamentação sustentável no desenvolvimento econômico (TAVARES, 2009).

Ressalta-se que nas regiões áridas e semiáridas a disponibilidade hídrica se torna fator limitante para o desenvolvimento da agricultura; neste panorama a agricultura irrigada surge como alternativa para a sustentabilidade econômica da atividade agrícola. No nordeste brasileiro são irrigados, aproximadamente, 985.208 hectares (PAULINO et al. 2011). Tal fato

está relacionado ao regime pluviométrico anual irregular e escasso (400-900 mm), aliado a forte evaporação causada pelos altos níveis de radiação, acarretando deficiência hídrica no solo

### **2.3 – Efeito dos sais no solo e nas plantas**

A interação entre salinidade e nutrição mineral se torna mais complexa em virtude das diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos (água e solo) aos quais as plantas são submetidas, e das diferentes respostas das plantas, tanto em relação à salinidade como em relação à eficiência na aquisição de minerais do solo (LACERDA, 2005). De acordo com Oliveira et al. (2002), altas taxas de evaporação e baixa precipitação pluvial, aliados ao manejo inadequado da água de irrigação ocasionam o processo de salinização do solo. Esse agravante intensifica-se com o uso exaustivo das fontes hídricas que frequentemente não é considerada a sua qualidade (AYERS e WESTCOT, 1999).

Problemas com salinização em regiões áridas e semiáridas tem se tornado motivo de grande preocupação, principalmente por se concentrar em áreas irrigadas que receberam altos investimentos em infraestrutura para sua implantação (PEDROTTI, 2015). As alterações na estrutura do solo causada por excesso de íons específicos, como o sódio trocável, ocorrem pela interação eletroquímica existente entre os cátions e as argilas, o qual promove expansão das argilas quando úmidas e contração quando seca; na expansão exagerada ocorre fragmentação das partículas, causando dispersão das argilas, provocando compactação e entupimento de poros, seguido de problemas na permeabilidade, ocasionando encharcamento na superfície do solo, impedimento da germinação das sementes, crescimento das plantas e desenvolvimento radicular (DIAS et al. 2003).

A utilização da irrigação sem um manejo adequado atrelado a drenagem deficientes aceleram o processo de salinização dos solos. De acordo com Richards (1954) a salinidade promove redução e desuniformidade do crescimento, presença de uma coloração verde-azulada nas folhas e queimaduras nas bordas das folhas nos vegetais, sendo estes efeitos de ordem osmótica e tóxica.

Nas plantas a salinidade exerce efeitos complexos, como efeitos osmóticos ou influência sobre as relações hídricas; efeitos por toxicidade específica dos íons; efeitos por desequilíbrio nutricional e efeitos sobre o balanço de energia (ALVES et al. 2011;



CAVALCANTE et al. 2010). A concentração excessiva de sais na solução do solo diminui a energia livre da água, reduzindo sua absorção pelas plantas. O principal efeito dos sais é osmótico, favorecem a toxicidade de íons específicos às plantas (GUEDES FILHO et al. 2015), já que o alto nível de concentração excessiva de sais no solo diminui a energia livre da água, comprometendo a absorção de água pelas plantas.

Sabe-se que em condições de estresse salino e/ou déficit hídrico as culturas sofrem vários distúrbios fisiológicos, que levam à redução no crescimento e, conseqüentemente, reduzem seu rendimento (JUNIOR JOSUÉ, 2012). Segundo Ayers e Westcot (1999) os danos causados pela salinidade e a sodicidade é variável entre plantas, algumas produzem rendimentos aceitáveis em níveis altos e outras são sensíveis em níveis relativamente baixos. Tais comportamentos dependem do tipo de sais solúveis, conteúdo de sódio trocável e presença de íons tóxicos, esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica, resultando em absorção de maior quantidade de água, mesmo em condições de salinidade.

#### **2.4 – Estresse Salino Em Citros**

A salinidade da água tem efeito variado entre as espécies, entre genótipos de uma mesma espécie e entre suas fases fenológicas (AYERS e WESTCOT, 1999) segundo os mesmos a cultura do citros é sensível à salinidade e, conforme Singh et al. (2003) possuem salinidade limiar de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ , valores acima reduzem o crescimento e provocam alterações fisiológicas, devido à redução hídrica, fitotoxicidade iônica específica, desbalanço de íons ou pela combinação de todos ((AL-YASSIN, 2004, TAIZ e ZEIGER, 2013).

De acordo com Brito (2010) a tolerância à salinidade nos citros deve ser avaliada considerando-se a combinação copa/porta-enxerto em que o mesmo evidencia a importância do porta-enxerto em detrimento da copa, quando se deseja a obtenção de materiais tolerantes à salinidade recomendando-se como porta-enxertos, o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', o híbrido trifoliado – 069 e o limoeiro 'Volkameriano', para compor um sistema de produção de mudas de citros irrigados com águas de até  $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ . Corroborando, Maas (1993) confirma o limoeiro 'Cravo' e acrescenta a tangerineira 'Cleópatra' como menos sensível aos sais. Dentro do gênero citros existe

uma ampla variedade de espécies e genótipos com resistência ao estresse salino (STOREY e WALKER, 1999).

Muitos estudos vêm sendo realizados buscando o melhoramento genético para obtenção de materiais tolerantes. Segundo Sá (2015), o material a ser melhorado possua potencial produtivo e aceitabilidade no mercado, a exemplo dos citros. Porta-enxertos com boa tolerância ao estresse salino podem viabilizar o uso de água de baixa qualidade e de solos salinos, principalmente na região Nordeste, onde, a exemplo do que se dá na citricultura brasileira, predomina a utilização do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), independente da condição de clima e de solo e das cultivares-copa utilizadas (FERNANDES et al. 2011). Em estudos sobre sensibilidade de citros sob água salina Brito et al., (2014) concluíram que o conteúdo de água nas plantas é pouco reduzido pelo aumento da salinidade da água, indicando a ocorrência de ajustamento osmótico.

## **2.5 Mudanças de citros sob estresse salino**

Na produção de mudas de citros, assim como várias outras fruteiras, é composta pela combinação de uma variedade porta-enxerto com uma variedade copa, sendo exigidos critérios específicos em relação à formação dos porta-enxertos e da muda propriamente dita (OLIVEIRA et al. 2005). As mudas cítricas são produzidas na maioria das vezes por sementes e enxertia, e esse método é a base da citricultura atual, pois garante a formação de plantas saudáveis, plantas produtivas, uniformidade e maior vida útil de pomares.

As plantas cítricas (incluindo os gêneros *Citrus*, *Poncirus* e *Fortunella*, entre outros) são consideradas sensíveis à salinidade da água e do solo (Mass, 1993), o que ocasiona efeitos de ordem osmótica e iônica nos aspectos fisiológicos das plantas, que levam à redução no crescimento e, conseqüentemente, reduzem seu rendimento (MUNNS; TESTER, 2008; HUSSAIN, et al. 2012; SILVA et al. 2012; PEREZ; PEREZ, 2015).

As mudanças metabólicas e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da planta dependem das interações que ocorrem entre as características do estresse e as características do vegetal que está sendo submetido ao estresse (GHEYI et al.,

2010). Neste sentido, em se tratando de citros, o efeito da salinidade é variável entre espécies e genótipos, sendo o efeito dependente, principalmente, do porta-enxerto utilizado (Mass, 1993).

A exemplo, Brito et al. (2014), estudando a sensibilidade de híbridos trifoliados de citros na fase de formação do porta-enxerto, observaram variabilidade na resposta à salinidade, identificando potencial tolerância no limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) e no híbrido trifoliado – 069. Tal variabilidade na resposta de porta-enxertos de citros à salinidade também foi observada por Brito et al., (2008) e por Fernandes et al., (2011), os quais verificaram menor sensibilidade nos híbridos de tangerineira 'Sunki da Flórida' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] x citrange [*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] C25 - 010, da tangerineira 'Sunki Tropical' e do limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck), além do Volkameriano.

De tal modo, porta-enxertos com boa tolerância ao estresse salino podem viabilizar o uso de água de baixa qualidade e de solos salinos (FERNANDES et al., 2011), principalmente na região Nordeste, onde, a exemplo do que se dá na citricultura brasileira, predomina a utilização do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), independente da condição de clima e de solo e das cultivares-copa utilizadas (Mattos Junior et al., 2005). Para tanto, a compreensão do comportamento morfofisiológico das plantas cultivadas sob a influência da salinidade, deve-se constituir em ferramenta para auxiliar os programas de melhoramento vegetal, bem como balizar o manejo de espécies cultivadas (CALVET et al., 2013).

## **2.6 Produção de mudas cítricas**

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

### 3. MATERIA E MÉTODOS

#### 3.1 – Localização experimental

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 – PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'01" W, a uma altitude de 194 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como aW', ou seja, semiárido quente e seco, temperatura média de 28°, precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evapotranspiração média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982).

#### 3.2 – Tratamentos e delineamento estatístico

O experimento foi conduzido em um delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial 2 x (19 + 3) composto por dois fatores: dois níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) S<sub>1</sub>= 0,3 água de abastecimento e S<sub>2</sub>= 3,0 dS m<sup>-1</sup> CEa que é comumente encontrada em poços na região, e 22 combinações entre a lima ácida 'Tahiti' como copa e 22 genótipos de citros, sendo 19 genótipos provenientes do cruzamento entre a tangerineira Sunki da Flórida [*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) e três testemunhas, o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* L. Osbeck) (LCRSTC), a tangerineira SUNKI TROPICAL e o híbrido entre o limoeiro Volkameriano (*Citrus volkameriana*) (LVK) e o limoeiro Cravo (LCR) - 038, por serem materiais comuns na citricultura brasileira e serem indivíduos identificados como tolerantes por Brito (2010) e Barbosa (2014).

Unindo-se os fatores, obteve-se 44 tratamentos, que foram repetidos em quatro blocos, sendo a unidade experimental composta por uma planta útil, totalizando 176 parcelas.

Todos os 19 porta-enxertos, juntamente com as três testemunhas foram enxertados por borbulhia com a limeira ácida 'Tahiti'. Deve-se salientar que os materiais genéticos estudados (Tabela 1) foram provenientes do Programa de

Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – PMG Citros, em Cruz das Almas – BA.

**Tabela 1.** Combinações de copa/porta-enxerto estudadas sob irrigação com águas salinas durante a fase de formação da copa/porta-enxerto, dos 180 aos 330 dias após a semeadura. Pombal – PB, 2016.

Copa	Porta-enxerto
<b>Limeira ácida ‘Tahiti’</b>	TSKFL X TRBK – 11
	TSKFL X TRBK – 12
	TSKFL X TRBK – 13
	TSKFL X TRBK – 16
	TSKFL X TRBK – 17
	TSKFL X TRBK – 19
	TSKFL X TRBK – 24
	TSKFL X TRBK – 26
	TSKFL X TRBK – 28
	TSKFL X TRBK – 29
	TSKFL X TRBK – 30
	TSKFL X TRBK – 38
	TSKFL X TRBK – 39
	TSKFL X TRBK – 41
	TSKFL X TRBK – 43
	TSKFL X TRBK – 53
	TSKFL X TRBK – 55
	TSKFL X TRBK – 56
	TSKFL X TRBK – 58
	LVK x LCR-038
	SUNKI TROPICAL

Combinações copa/porta-enxertos entre tangerineira Sunki da Flórida [*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK), o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* L. Osbeck) (LCRSTC), a tangerineira SUNKI TROPICAL e o híbrido entre o limoeiro Volkameriano (*Citrus volkameriana*) (LVK) e o limoeiro Cravo (LCR) - 038

### 3.3 Preparação das águas de irrigação

As águas de irrigação foram preparadas de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, relação esta predominante aos íons em fontes de água

utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992; AUDRY; SUASSUNA, 1995).

Para tanto, no preparo da água de irrigação com vários níveis de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ( $10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$  de CEa), extraída de Rhoades et al. (1992), válida para CEa de 0,1 a 5,0  $\text{dS m}^{-1}$  em que se enquadram os níveis estudados, tendo como base a água de abastecimento, existente no local. Após a preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 60 L, um para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Para preparo das águas, com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados conforme tratamento, adicionando-se águas, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutivímetro portátil que tem condutividade elétrica ajustada a temperatura de 25°C.

### **3.4 – Condução do experimento**

As sementes foram devidamente selecionadas e tratadas com fungicida disulfato de thiran ( $4 \text{ g kg}^{-1}$  de sementes), após este processo realizou-se o semeio na razão de uma semente por tubete com capacidade de 50 mL, preenchidos com substrato comercial contendo uma combinação de vermiculita, casca de pinus e humus, na proporção de 1:1:1. Após a emergência, deixou-se desenvolver apenas uma *seedling* (pé-franco) por recipiente, ressaltando-se, ainda, que foram preenchidos cinco vezes mais a quantidade necessária de tubetes, afim de serem eliminadas as plântulas desuniformes em relação ao padrão de cada genótipo, de modo a descartar eventuais indivíduos de origem sexuada, visando manter somente aqueles de origem apogâmica (nucelares) (AGROBYTE, 2006).

Aos 75 dias após a semeadura (DAS), as mudas foram repicadas para sacolas plásticas com capacidade de 2.000 mL, tais sacolas, continham as mesmas proporções do substrato comercial usado para o enchimento dos tubetes, esse recipiente permitiu a condução das plantas até 180 DAS, período em que às plantas obtiveram diâmetro mínimo para serem enxertadas.

Após a enxertia, às mudas foram irrigadas por 30 dias com água de abastecimento com condutividade elétrica,  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  visando condicionar melhor às plantas. A partir, deste período, iniciou-se os tratamentos com diferentes níveis de

condutividade elétrica, perdurando até 330 dias após a semeadura, época em que as plantas estarão aptas a ir para o campo como muda tipo copinha.

As irrigações das plantas foram realizadas por meio do método de lisimetria de drenagem, adicionando-se uma fração de lixiviação (FL) de 20%. O volume aplicado (Va) por sacola foi obtido pela diferença entre o volume total aplicado na noite anterior (Vta) e o volume drenado (Vd) na manhã do dia seguinte, dividido-se fração de lixiviação, como indicado na expressão 1 para cada tratamento:

$$Va = \frac{Vta - Vd}{(1 - FL)} \quad \text{Exp 1}$$

Para a coleta da água drenada, envolveu-se as sacos de mudas com sacolas plásticas que permitiam a coleta da água, assim, podendo-se mensurar o volume de água drenado.

O manejo nutricional seguiu-se recomendações propostas por Girardi (2005), adotando todos os demais cuidados de controle de ervas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças, normalmente recomendados na produção de mudas cítricas (MATTOS JUNIOR et al. 2005).

### **3.5 – Variáveis analisadas**

#### **3.5.1 – Determinação da fitomassa seca total**

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

#### **3.5.2 – Seleções copa/porta-enxerto**

Para fins de classificação dos genótipos quanto à tolerância à salinidade, foi utilizado o método de rendimento relativo em fitomassa seca total (RRFST), proposto por Fageria & Gheyi (1997), considerando-se quatro níveis de classificação (T = tolerante; MT = moderadamente tolerante; MS = moderadamente sensível; e S = sensível), por ser reflexo das variáveis de crescimento, conforme análise realizada. Com base na classificação, obteve-se, a relação dos genótipos com maior tolerância a salinidade na fase de Copa/porta-enxerto.

### 3.5.3 – Balanço de sais no substrato

Foram avaliados o balanço de sais no substrato, no final do experimento, 330 dias após semeadura, sendo avaliados quanto ao pH, C.E. no extrato de saturação,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , e  $\text{SO}_4^{2-}$ , utilizou-se a metodologia recomendada por 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 Equação 2.

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}} \quad \text{Eq. 2}$$

### 3.6 – Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foram realizados o teste de agrupamento de médias (Scott e Knott até 5% de probabilidade) para o fator genótipo durante a fase de formação de mudas em cada nível de salinidade da água estudado, e para o fator salinidade realizou-se o teste de Tukey (até 5% de probabilidade) (FERREIRA, 2011). Para classificação dos genótipos quanto a tolerância, foram utilizados os dados de rendimento relativo em fitomassa seca total usadas na confecção de um dendograma hierárquico de distância Euclidiana.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve influência significativa da interação entre os fatores genótipos (GEN) x níveis de salinidade da água de irrigação (SAL) para as variáveis  $CE_{es}$  e  $Ca^{2+}$  ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), e para o  $Na^+$ , RAS e FST ao nível de 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 2). Estudando-se os fatores isolados, observou-se, para o  $Mg^{2+}$  e o  $Cl^-$ , influência significativa de ambos os fatores isolados, sendo verificado significância de 95% para o fator genótipos, e de 99% para o fator salinidade da água de irrigação (Tabela 2). Todavia, nas variáveis  $pH_{es}$  e  $K^+$  observou-se influências significativas ao nível de 1% de probabilidade apenas em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (Tabela 2). Não foi verificado influência significativa ( $p > 0,05$ ) sobre os teores de bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) e sulfato ( $SO_4^-$ ) nos substratos utilizado para produção de mudas dos distintos genótipos de citros em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância das variáveis pH, condutividade elétrica ( $CE_{es}$ )  $dSm^{-1}$ , cálcio ( $Ca^{2+}$ ), potássio ( $K^+$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), sódio ( $Na^+$ ), bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), cloreto ( $Cl^-$ ), sulfato ( $SO_4^-$ ), relação de absorção de sódio (RAS) e fitomassa seca total (FST) da pasta saturada de substratos de mudas de limão 'Tahiti' com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) em função de dois níveis de água salinas.

Variáveis	QUADRADO MÉDIO						Média
	FUNTE DE VARIAÇÃO						
	Genótipos (GEN)	Salinidade (SAL)	GEN x SAL	Bloco	Resíduo	C.V. (%)	
<b>pH</b>	0,4109 <sup>ns</sup>	5,7412 <sup>**</sup>	0,1747 <sup>ns</sup>	16,8276 <sup>**</sup>	0,4217	15,33	4,24
<b>C.E.</b>	2,3668 <sup>**</sup>	693,9169 <sup>**</sup>	1,8539 <sup>*</sup>	2,4568 <sup>ns</sup>	1,0603	23,84	4,31
<b>Ca<sup>+</sup></b>	18,3084 <sup>**</sup>	696,8019 <sup>**</sup>	15,3299 <sup>*</sup>	21,4512 <sup>*</sup>	6,3876	39,66	7,05
<b>K<sup>+</sup></b>	23,3602 <sup>ns</sup>	5017,3344 <sup>**</sup>	25,4519 <sup>ns</sup>	427,2407 <sup>**</sup>	26,7891	44,35	11,67
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	20,6707 <sup>*</sup>	842,6433 <sup>**</sup>	18,7294 <sup>ns</sup>	23,8138 <sup>ns</sup>	12,1547	30,30	11,50
<b>Na<sup>+</sup></b>	18,0436 <sup>ns</sup>	14252,3237 <sup>**</sup>	30,355 <sup>**</sup>	56,3462 <sup>**</sup>	12,4157	19,37	18,19
<b>HCO<sup>3-</sup></b>	4,4266 <sup>ns</sup>	0,2751 <sup>ns</sup>	2,7330 <sup>ns</sup>	173,5568 <sup>**</sup>	3,5274	31,52	5,95
<b>Cl<sup>-</sup></b>	168,8156 <sup>*</sup>	76738,2459 <sup>**</sup>	130,253 <sup>ns</sup>	22,0894 <sup>ns</sup>	89,1226	24,34	6,02
<b>SO<sup>4-</sup></b>	0,7989 <sup>ns</sup>	1,1295 <sup>ns</sup>	0,6256 <sup>ns</sup>	0,3455 <sup>ns</sup>	0,6218	17,21	0,35
<b>RAS</b>	1,2866 <sup>ns</sup>	972,9224 <sup>**</sup>	3,6544 <sup>**</sup>	5,1641 <sup>**</sup>	1,1528	18,32	18,32
<b>FST</b>	193,9445 <sup>**</sup>	1105,8433 <sup>**</sup>	111,510 <sup>**</sup>	5,5591 <sup>ns</sup>	20,2552	16,90	26,60
<b>GL</b>	21,0	1,0	21,0	3,0	129,0		

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ; análise estatística realizada após transformação de dados em  $\sqrt{x}$

Alterações significativas da salinidade da água de irrigação sob a salinidade do substrato também foi constatado por Rebequi et al. (2009) e Brito et al. (2015),

estudando a produção de mudas de plantas cítricas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, e por Sá et al. (2015a) e Sá et al. (2016) avaliando a produção de mudas de pinheira e mamoeiro sob condições de estresse salino, respectivamente. Os autores relatam que 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.

O pH do substrato foi influenciado diretamente pelos níveis de salinidade da água de irrigação, sendo verificado redução de 8,14% no pHps em função do aumento da salinidade da água de irrigação de 0,3 para 3,0 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 3). A redução do pH pode estar relacionado a maior concentração de sais na água de irrigação com maior salinidade, o que favorece a remoção do sódio via processo de lavagem, e apesar do cálcio ser um sal esse precipita facilmente com os íons carbonatos e bicarbonatos no solo formando carbonato de cálcio, assim não exercendo influência no pH do solo (SÁ et al., 2015b). Além disso, as plantas sob condições de estresse salino podem ter excretado maiores concentrações de ácidos orgânicos, afim, de absorver maiores concentrações de nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento. A redução do pH do substrato de mudas sob irrigação com água salina também foi verificado por Sá et al. (2016) em mudas de mamoeiro, os autores atribuem esse fenômeno, aos efeitos benéficos da lâmina de lixiviação e da drenagem no controle da salinidade e sodicidade do substrato.

Houve incremento significativo na condutividade elétrica do substrato de todos os genótipos citros quando irrigados com água de alta salinidade (3,0 dS m<sup>-1</sup>), em relação as que foram irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>). 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 3-** Teste de médias referente pH, condutividade elétrica do estrato de saturação (CEes), do substrato utilizado na produção de mudas de limão ‘Tahiti’ com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas, Pombal – PB, 2016.

GEN	pHes		CEes	
	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>
TSKFL X TRBK – 11	4,01Aa	3,51Aa	2,15Aa	6,89Ab
TSKFL X TRBK – 12	3,50Aa	3,81Aa	2,56Aa	7,02Ab
TSKFL X TRBK – 13	4,38Aa	4,10Aa	3,69Aa	6,48Ab
TSKFL X TRBK – 16	4,68Aa	3,94Aa	1,64Aa	6,53Ab
TSKFL X TRBK – 17	4,26Aa	4,08Aa	1,93Aa	6,27Bb
TSKFL X TRBK – 19	4,38Aa	4,10Aa	2,80Aa	5,83Bb
TSKFL X TRBK – 24	4,25Aa	3,88Aa	2,41Aa	8,65Ab
TSKFL X TRBK – 26	4,37Aa	4,01Aa	3,03Aa	5,59Bb
TSKFL X TRBK – 28	4,57Aa	3,95Aa	2,48Aa	5,03Bb
TSKFL X TRBK – 29	4,49Aa	3,86Aa	2,44Aa	7,25Ab
TSKFL X TRBK – 30	4,14Aa	4,01Aa	2,13Aa	5,22Bb
TSKFL X TRBK – 38	4,58Aa	4,02Aa	1,93Aa	6,41Ab
TSKFL X TRBK – 39	5,23Aa	4,29Ab	1,67Aa	5,92Bb
TSKFL X TRBK – 41	4,53Aa	4,14Aa	1,88Aa	6,01Bb
TSKFL X TRBK – 43	4,62Aa	3,90Aa	2,68Aa	6,96Ab
TSKFL X TRBK – 53	4,61Aa	4,10Aa	2,01Aa	5,03Bb
TSKFL X TRBK – 55	4,24Aa	4,35Aa	1,84Aa	5,05Bb
TSKFL X TRBK – 56	4,29Aa	4,25Aa	2,55Aa	7,10Ab
TSKFL X TRBK – 58	4,76Aa	4,35Aa	2,14Aa	6,75Ab
LCRSTC	4,45Aa	4,06Aa	2,06Aa	6,11Bb
LVK x LCR-038	4,50Aa	4,29Aa	3,50Aa	6,20Bb
SUNKI TROPICAL	4,34Aa	4,28Aa	1,70Aa	6,32Bb

Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre genótipos pelo teste de Skott & Knott ao nível de 0,05 de probabilidade e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa para os níveis de salinidade pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. O limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* L. Osbeck) (LCRSTC), a tangerineira SUNKI TROPICAL e o híbrido entre o limoeiro Volkameriano (*Citrus volkameriana*) (LVK) e o limoeiro Cravo (LCR) - 038

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 àqueles nos quais os substratos apresentaram maiores valores da CEes: TSKFL X TRBK – 11; TSKFL X TRBK – 12; TSKFL X TRBK – 13; TSKFL X TRBK – 16; TSKFL X TRBK – 24; TSKFL X TRBK – 29; TSKFL X TRBK – 38; TSKFL X TRBK – 43; TSKFL X TRBK – 56 e TSKFL X TRBK – 58, onde a CEes variou de 6,41 a 8,65 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 3). Este aumento ocorre, principalmente, devido à fração de lixiviação e as particularidades da cultura. Porém, é provável que o aumento da salinidade no substrato utilizado no cultivo desses

genótipos esteja relacionado a mecanismos de tolerância da espécie, em reduzir absorção de água e sais do substrato, em função de reduzir o efeito tóxico por íons específicos (FLOWERS & FLOWERS, 2005), a exemplo, Brito et al. (2015) verificaram aumento na salinidade do substrato de cultivo dos genótipos de citros mais tolerantes, além de que no substrato do genótipo mais sensível (TSKC x CTSW -018) foram verificados os menores valores de CEes, ou seja, plantas tolerantes podem ter como mecanismo de tolerância a inibição na absorção de sais do substrato.

Avaliando os teores de sais solúveis no substrato, constatou-se que no substrato de todos os genótipos estudados houve aumento da concentração de Na<sup>+</sup> em função da irrigação com água de alta salinidade (3,0 dS m<sup>-1</sup>) em relação à água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), de modo que as maiores concentrações se devem devido à quantidade acrescida de sais à água, sendo essa água composta por sódio, cálcio e magnésio (proporção 7:2:1) (Tabela 4). Todavia, 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 de apenas um desses sais em função da irrigação com água de alta salinidade (Tabela 4). 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.

Particularmente no substrato usado nos genótipos TSKFL X TRBK – 12, TSKFL X TRBK – 38, TSKFL X TRBK – 41 e TSKFL X TRBK – 43, notou-se incremento nas concentrações de todos os sais solúveis em função do aumento da salinidade da água de irrigação (Tabela 4). 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 (SYVERTSEN & GARCIA-SANCHEZ, 2014).

**Tabela 4** - Teste de médias referente aos teores de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>) do substrato utilizado na produção de mudas de limão 'Tahiti' com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas, Pombal – PB, 2016.

GEN	Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>	
	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>
TSKFL X TRBK - 11	7,91Aa	11,17Ba	8,12Ab	13,12Aa	5,31Ab	15,75Aa	8,50Ab	31,85Aa
TSKFL X TRBK - 12	5,37Bb	17,29Aa	5,29Ab	11,25Aa	6,59Ab	21,50Aa	8,62Ab	27,19Aa
TSKFL X TRBK - 13	8,95Aa	8,12Ba	11,66Aa	12,81Aa	9,58Aa	16,69Aa	9,90Ab	29,79Aa
TSKFL X TRBK - 16	4,58Bb	10,15Ba	8,95Aa	13,59Aa	5,20Ab	20,94Aa	10,83Ab	25,39Ba
TSKFL X TRBK - 17	4,58Ba	7,34Ba	9,16Ab	14,60Aa	5,58Ab	17,53Aa	9,43Ab	29,76Aa
TSKFL X TRBK - 19	4,31Ba	6,87Ba	6,09Ab	14,37Aa	6,01Ab	14,87Aa	10,50Ab	26,76Aa
TSKFL X TRBK - 24	3,95Bb	11,56Ba	10,83A	18,43Aa	7,76Ab	23,57Aa	7,05Ab	32,08Aa
TSKFL X TRBK - 26	5,31Ba	8,75Ba	7,65Ab	13,90Aa	7,17Ab	18,44Aa	9,09Ab	25,69Ba
TSKFL X TRBK - 28	5,25Ba	8,51Ba	10,43Aa	9,32Aa	5,36Ab	16,76Aa	10,10Ab	22,95Ba
TSKFL X TRBK - 29	4,07Bb	11,09Ba	11,32Aa	15,93Aa	5,57Ab	20,22Aa	10,38Ab	27,98Aa
TSKFL X TRBK - 30	4,06Ba	7,18Ba	7,81Aa	12,03Aa	3,94Ab	12,74Aa	10,68Ab	22,18Ba
TSKFL X TRBK - 38	4,34Bb	8,90Ba	8,78Ab	13,90Aa	5,41Ab	18,89Aa	12,27Ab	25,65Ba
TSKFL X TRBK - 39	3,43Bb	8,28Ba	9,06Aa	12,50Aa	4,81Ab	16,22Aa	9,45Ab	27,95Aa
TSKFL X TRBK - 41	3,21Bb	8,43Ba	6,25Ab	15,93Aa	4,70Ab	20,77Aa	8,12Ab	28,75Aa
TSKFL X TRBK - 43	6,08Bb	10,62Ba	9,06Ab	17,34Aa	7,35Ab	18,48Aa	9,99Ab	29,00Aa
TSKFL X TRBK - 53	5,00Ba	5,93Ba	9,37Aa	11,09Aa	6,43Ab	11,36Aa	8,44Ab	19,31Ba
TSKFL X TRBK - 55	3,43Bb	8,90Ba	9,21Aa	11,56Aa	6,22Ab	14,08Aa	7,16Ab	24,47Ba
TSKFL X TRBK - 56	4,84Bb	8,90Ba	11,25Aa	14,68Aa	8,10Ab	16,53Aa	10,55Ab	28,30Aa
TSKFL X TRBK - 58	3,54Bb	7,50Ba	7,91Aa	12,18Aa	6,77Aa	13,77Aa	8,18Ab	29,09Aa
LCRSTC	5,46Ba	7,34Ba	13,59Aa	11,25Aa	7,60Aa	13,55Aa	5,13Ab	30,60Aa
LVK x LCR-038	9,37Aa	8,33Ba	10,15Ab	17,50Aa	9,37Aa	14,17Aa	8,99Ab	26,31Ba
SUNKI TROPICAL	4,37Ba	7,81Ba	12,96Aa	13,90Aa	4,37Ab	17,30Aa	8,79Ab	27,03Aa

Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre genótipos pelo teste de Skott & Knott ao nível de 0,05 de probabilidade e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa para os níveis de salinidade pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. O limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* L. Osbeck) (LCRSTC), a tangerineira SUNKI TROPICAL e o híbrido entre o limoeiro Volkameriano (*Citrus volkameriana*) (LVK) e o limoeiro Cravo (LCR) - 038

Não foram observados incrementos significativos das concentrações de Ca<sup>2+</sup> no substrato dos genótipos TSKFL X TRBK – 11; TSKFL X TRBK – 13; TSKFL X TRBK – 17; TSKFL X TRBK – 19; TSKFL X TRBK – 26; TSKFL X TRBK – 28; TSKFL X TRBK – 30; TSKFL X TRBK – 53 e das testemunhas LCRSTC; LVK x LCR-038 e SUNKI TROPICAL em função da irrigação com água de alta salinidade (Tabela 4). Também não foram observados incrementos nas concentrações de magnésio nos substratos dos genótipos TSKFL X TRBK – 13; TSKFL X TRBK – 16; TSKFL X TRBK – 24; TSKFL X TRBK – 28; TSKFL X TRBK – 29; TSKFL X TRBK – 30; TSKFL X

TRBK – 39; TSKFL X TRBK – 53 e das testemunhas LCRSTC e SUNKI TROPICAL quando irrigados com água de alta salinidade (Tabela 4).

Observou-se aumento da concentração de potássio no substrato dos TSKFL X TRBK – 11, TSKFL X TRBK – 12, TSKFL X TRBK – 16, TSKFL X TRBK – 17, TSKFL X TRBK – 19, TSKFL X TRBK – 24, TSKFL X TRBK – 26, TSKFL X TRBK – 28, TSKFL X TRBK – 29, TSKFL X TRBK – 30, TSKFL X TRBK – 38, TSKFL X TRBK – 39, TSKFL X TRBK – 41, TSKFL X TRBK – 43, TSKFL X TRBK – 53 TSKFL X TRBK – 55, TSKFL X TRBK – 56 e da SUNKI TROPICAL, quando foram irrigados com água de alta salinidade em relação a água de baixa salinidade (Tabela 4). Esses resultados indicam que o estresse salino estava atuando sobre os genótipos estudados, haja vista que o aumento da concentração de potássio no substrato é indicativo da redução da absorção deste macronutriente, devido a competição com os sais de sódio do meio (ARAÚJO et al. 2015; BRITO et al. 2015; MESQUITA et al. 2015; SÁ et al. 2015a; SÁ et al. 2015b; SÁ et al. 2016), que se encontram em níveis elevados quando comparado aos substratos das plantas irrigadas com água de baixa salinidade.

Não foram constatadas alterações significativas nas concentrações de sais de cálcio, magnésio, potássio do genótipo TSKFL X TRBK – 13 e da testemunha LCRSTC quando irrigado com água de alta salinidade em relação à água de baixa salinidade (Tabela 4), indicando que os genótipos sob condições de estresse salino tiveram absorção dos respectivos macronutrientes, de maneira semelhante, as planta na ausência do estresse salino, denotando a maior eficiência na exclusão dos íons de sódio pelo sistema radicular desses genótipos.

Independente do genótipo de citros estudado, houve incremento nos teores de cloro nos substratos quando as mudas foram irrigadas com água de alta salinidade ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) em relação as plantas cultivadas sob baixa salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Tabela 5). Fato esperado devido a salinização da água de irrigação com cloretos de sódio, cálcio e magnésio (proporção 7:2:1). Observa-se, ainda, que no substrato dos genótipos TSKFL X TRBK – 30 e TSKFL X TRBK – 53 foram observadas os menores teores de  $\text{Cl}^-$ , denotando que esses genótipos absorveram mais cloro em relação aos demais genótipos estudados, considerando que as plantas cítricas são altamente sensíveis aos sais de cloro, ressaltando-se que a 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 5** - Teste de médias referente ao bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{4-}$ ), relação de absorção de sódio (RAS) do substrato utilizado na produção de mudas de limão 'Tahiti' com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) sob irrigação com águas salinizadas, Pombal – PB, 2016.

GEN	Cl <sup>-</sup>		RAS		FST (g)	
	0,3 dS m <sup>-1</sup>	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>	0,3 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>	3,0 dS m <sup>-1</sup>
TSKFL X TRBK – 11	14,37Ab	58,90Aa	3,06Ab	9,17Aa	28,54Ba	21,05Bb
TSKFL X TRBK – 12	17,33Ab	59,37Aa	3,77Ab	7,22Ba	35,76Aa	25,67Bb
TSKFL X TRBK – 13	19,37Ab	59,37Aa	3,05Ab	9,37Aa	37,87Aa	25,11Bb
TSKFL X TRBK – 16	16,25Ab	68,12Aa	4,11Ab	7,49Ba	30,68Ba	22,49Bb
TSKFL X TRBK – 17	21,87Ab	64,68Aa	3,54Ab	9,08Aa	38,13Aa	25,50Bb
TSKFL X TRBK – 19	16,87Ab	56,25Ba	4,60Ab	8,21Ba	26,67Ca	23,51Ba
TSKFL X TRBK – 24	18,12Ab	73,75Aa	2,69Ab	8,25Ba	22,24Ca	21,20Ba
TSKFL X TRBK – 26	19,37Ab	55,00Ba	3,59Ab	7,72Ba	22,38Cb	34,46Aa
TSKFL X TRBK – 28	16,87Ab	50,62Ba	3,62Ab	7,69Ba	21,02Cb	32,93Aa
TSKFL X TRBK – 29	17,50Ab	68,12Aa	3,75Ab	7,81Ba	36,25Aa	23,41Bb
TSKFL X TRBK – 30	15,62Ab	41,87Ca	4,57Ab	7,34Ba	30,90Ba	26,05Ba
TSKFL X TRBK – 38	18,75Ab	62,50Aa	4,85Ab	7,61Ba	22,77Cb	29,73Aa
TSKFL X TRBK – 39	16,25Ab	52,50Ba	3,70Ab	8,96Aa	25,04Ca	23,53Ba
TSKFL X TRBK – 41	16,87Ab	55,00Ba	3,70Ab	8,29Ba	30,75Ba	15,38Cb
TSKFL X TRBK – 43	20,00Ab	70,62Aa	3,64Ab	8,02Ba	31,26Ba	26,76Ba
TSKFL X TRBK – 53	19,37Ab	41,25Ca	3,19Ab	6,80Ba	25,21Ca	18,19Cb
TSKFL X TRBK – 55	15,62Ab	58,75Aa	2,90Ab	7,69Ba	29,90Ba	23,15Bb
TSKFL X TRBK – 56	18,75Ab	69,37Aa	3,74Ab	8,31Ba	35,47Aa	31,82Aa
TSKFL X TRBK – 58	15,83Ab	63,12Aa	3,45Ab	9,39Aa	34,98Aa	21,45Bb
LCRSTC	20,62Ab	63,12Aa	1,68Ab	10,33Aa	27,86Ca	24,27Ba
LVK x LCR-038	21,87Ab	63,33Aa	2,90Ab	7,44Ba	33,50Aa	28,38Aa
SUNKI TROPICAL	16,25Ab	56,87Ba	3,03Ab	8,40Ba	13,59Da	6,45Da

Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre genótipos pelo teste de SkottKnott ao nível de 0,05 de probabilidade e letras minúsculas distintas indicam diferença significativa para os níveis de salinidade pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. O limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* L. Osbeck) (LCRSTC), a tangerineira SUNKI TROPICAL e o híbrido entre o limoeiro Volkameriano (*Citrus volkameriana*) (LVK) e o limoeiro Cravo (LCR) - 038

Quanto a RAS, verificou-se que não houve diferença significativa entre os substratos de cultivo dos genótipos irrigados com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. No entanto, quando as mudas foram irrigadas com água de 3,0 dS m<sup>-1</sup>, constatou-se diferenças significativas entre os genótipos, sendo verificada as maiores RAS no substrato dos genótipos TSKFL X TRBK – 11, TSKFL X TRBK – 13, TSKFL X TRBK – 17, TSKFL X

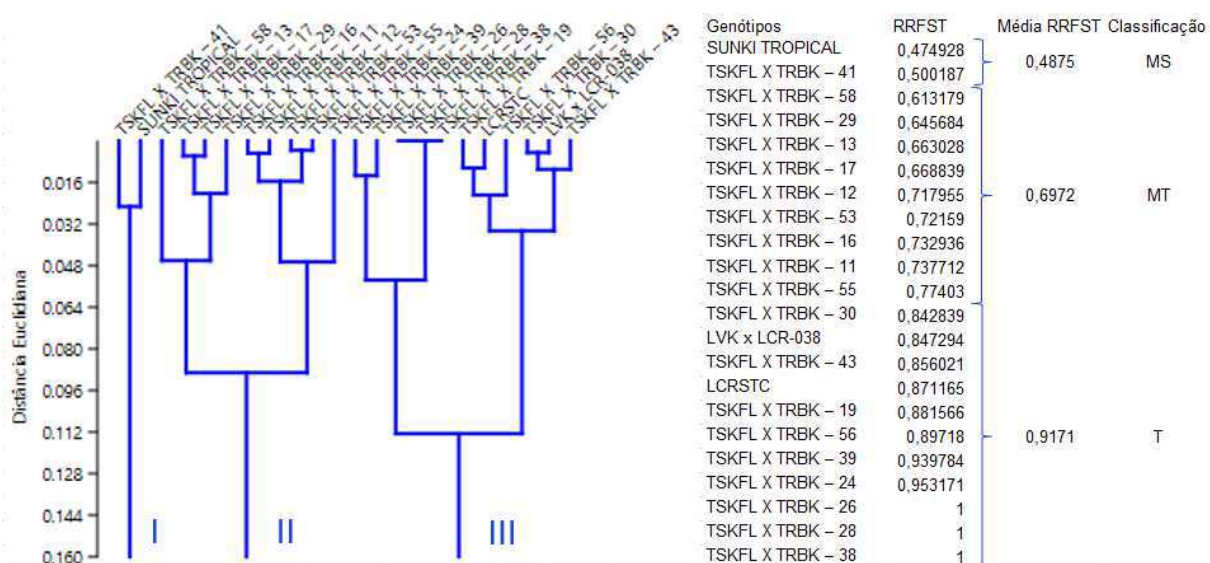
TRBK – 39, TSKFL X TRBK – 58 e a testemunha LCRSTC (Tabela 5). A elevação na RAS indica o aumento da proporção de sódio na fase solúvel do solo, com a diminuição dos demais cátions (PESSOA, 2010), isso indica que os distintos genótipos absorveram mais os cátions cálcio, magnésio em relação aos cátions 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 corroboraram com reduções observadas nos teores de cálcio e magnésio nos substratos desses genótipos.

Verificaram-se reduções acentuadas na fitomassa seca total dos genótipos de citros em função do aumento da salinidade da água de irrigação de 0,3 para 3,0 dS m<sup>-1</sup>, sendo os genótipos TSKFL X TRBK – 11; TSKFL X TRBK – 12; TSKFL X TRBK – 13; TSKFL X TRBK – 16; TSKFL X TRBK – 17; TSKFL X TRBK – 29; TSKFL X TRBK – 41; TSKFL X TRBK – 53; TSKFL X TRBK – 55 e TSKFL X TRBK – 58 os mais sensíveis à salinidade da água de irrigação (Tabela 5). Não foi observado significância do teste de Scoot Knott ( $p > 0,05$ ) para o genótipo SUNKI TROPICAL, no entanto, esse genótipo teve o pior acúmulo de matéria seca independente da salinidade e, sobre condições de alta salinidade, obteve uma redução de 52,5% no acúmulo de fitomassa, indicando sensibilidade ao estresse salino. Reduções no crescimento e acúmulo de fitomassa em genótipos de citros sob condições de estresse salino também foram verificadas por Brito et al. (2008), Fernandes et al. (2011), Brito et al. (2014a), Brito et al. (2014b) e Brito et al. (2015). Os autores atribuem essas reduções aos distúrbios osmóticos e iônicos, ocasionado pelo excesso de sais e de sódio acumulados nos substratos, devido as irrigações sucessivas com águas de alta salinidade, promovendo alterações de ordem fisiológica, hormonal e nutricional sob as plantas, repercutindo em redução da fotossíntese, e conseqüentemente do crescimento e acúmulo de fitomassa.

Nos genótipos TSKFL X TRBK – 19, TSKFL X TRBK – 24, TSKFL X TRBK – 30, TSKFL X TRBK – 39, TSKFL X TRBK – 43, LCRSTC, LVK x LCR-038 não se verificou reduções significativas no acúmulo de fitomassa, denotando maior potencial de tolerância em relação aos demais genótipos (Tabela 5). Esses resultados corroboram com o dendograma hierárquico de distância Euclidiana (Figura 1), onde, ao se observamos o rendimento relativo em fitomassa seca total (RRFST), que relaciona a fitomassa total produzida com maior salinidade da água com a produzida



com menor salinidade, verificando-se, com isso, a distribuição dos genótipos em três grupos distintos: No primeiro grupo destacaram-se os genótipos TSKFL X TRBK – 41 e SUNKI TROPICAL, como moderadamente sensíveis à salinidade com base no RRFST; No segundo grupo disposto no dendograma apontou-se os genótipos TSKFL X TRBK – 58, TSKFL x TRBK – 29, TSKFL X TRBK – 13, TSKFL X TRBK – 17, TSKFL X TRBK – 12, TSKFL X TRBK – 53, TSKFL X TRBK – 16, TSKFL X TRBK – 11 e o TSKFL X TRBK –55 como moderadamente tolerantes à salinidade; e no terceiro e último grupo foram destacados o materiais TSKFL X TRBK – 19, TSKFL X TRBK – 24, TSKFL X TRBK – 30, TSKFL X TRBK – 39, TSKFL X TRBK – 43, LCRSTC, LVK x LCR-038, TSKFL X TRBK -56, TSKFL X TRBK – 26, TSKFL X TRBK – 28 e TSKFL X TRBK – 38, como tolerantes a salinidade, suportando no estrato de saturação valores médios de CEes entre 5,03 a 8,65 (dSm<sup>-1</sup>) e RAS de 7,34 a 10,21 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>.



**Figura 1.** Dendrograma hierárquico de distância Euclidiana para a classificação quanto à tolerância de mudas de lima ácida 'Tahiti' com distintos porta-enxertos oriundos do cruzamento da tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL) x *Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK) e as testemunhas sob irrigação com águas salinizadas, Pombal, PB, 2016.

## **5. CONCLUSÕES**

O aumento da salinidade da água elevou a condutividade elétrica do estrato de saturação e os teores de sais solúveis no substrato.

A irrigação com água de alta salinidade reduziu o acúmulo de fitomassa dos genótipos de citros, com exceção dos genótipos TSKFL X TRBK – 19, TSKFL X TRBK – 24, TSKFL X TRBK – 30, TSKFL X TRBK – 39, TSKFL X TRBK – 43, LCRSTC, LVK x LCR-038, identificados como tolerantes a salinidade.

Os genótipos TSKFL X TRBK – 41 e SUNKI TROPICAL são os mais sensíveis à salinidade dentre os materiais estudados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROBYTE. **Formação de mudas de citros**. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/laranja.htm>>. Acesso em: 14/008/2016. 2006.
- ALVES, F. A. L. et al. Efeito do Ca<sup>2+</sup> externo no conteúdo de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.
- AL-YASSIN, A. **Influence of salinity on citrus: a review paper**. **Journal of Central European Agriculture**, v.5, n.4, p.263-272, 2004.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).
- BARBOSA, R. C. A. **Tolerância à salinidade de genótipos de citros recomendados como porta-enxertos**. 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.
- BRITO, M. E. B.; SILVA, E. C. B.; FERNANDES, P. D.; SOARES FILHO, W. S.; COELHO FILHO, M. A.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S. M.; BARBOSA, R. C. A. Salt balance in substrate and growth of 'Tahiti' acid lime grafted onto Sunki mandarin hybrids under salinity stress. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, p.954-961, 2015.
- BRITO, M. E. B.; BRITO, K. S. A. DE; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R., SUASSUNA, J.F.; SANTOS SOARES FILHO, W. DOS; XAVIER, D.A. Growth of ungrafted and grafted citrus rootstocks under saline water irrigation. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n.50, p. 3600-3609, 2014a
- BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S. DE; SOARES FILHO, W. DOS S.; SANTOS, R.T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v. 27, n.1, p. 17 - 27, 2014b.
- BRITO, M. E. B. **Tolerância de genótipos de citros ao estresse salino**. 2010. 158 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola: Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2010.
- BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S. de; CARDOSO, J.A.F.; SOARES FILHO, W.S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p 343-353, 2008.

CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P.M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-de-corda irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de desenvolvimento. *Irriga*, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 148-159, janeiro-março, 2013.

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

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. p. 129-141, 2010.

DONG, H. Technology and field management for controlling soil salinity effects on cotton. **Australian Journal of Crop Science**, v.6, n.2, p.333-341, 2012.

ENGLISH, M. J.; ASCE, M.; SLOMON, K. H.; ASCE, M.; HOFFMAN, G. J. "A paradigm shift in irrigation management". **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.128, n.5, p.267-277, 2002.

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

FAO. **Citrus fruit fresh and processed. Annual statistics 2013**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. p.35.

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

FERREIRA, D.F. **Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

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

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

GHEYI, H.R; DIAS, N.S; LACERDA, C.F; **Manejo da salinidade na agricultura; Estudos básicos e aplicados.** INCT Sal. Fortaleza 492p. 2010.

GIRARDI, E.A. **Métodos alternativos de produção de mudas cítricas em recipientes na prevenção da morte súbita dos citros**, Piracicaba, Dissertação (Mestrado), , 73 p, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ. 2005.

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE L. F.; SANTOS JUNIOR J. A. Componentes de produção e rendimento do girassol sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Irriga.** v. 20, n. 3, p. 514-527, julho - setembro, 2015.

GONDIM, R. S. **Difusão da captação de água de chuvas no financiamento rural. In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido, 3., 2001. Campina Grande – PB.** Anais do Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido Campina Grande – PB, 2001.

GONZÁLEZ, P.; SYVERTSEN, J. P.; ETXEBERRIA, E. Sodium distribution in salt-stressed citrus rootstock seedlings. **Horticulture Science**, v.47, p.1504-1511, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Levantamento Sistemático da produção agrícola: março de 2016. <http://www.ibge.gov.br> [05 de setembro 2016].

JUNIOR JOSUE, F.S. **Desenvolvimento do tomate em diferentes níveis de irrigação e de doses de salinidade.** Dissertação. Mestrado em Irrigação e Drenagem. Botucatu – SP Dezembro – 2012.

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

LARANJA. In: **AGRIANUAL. São Paulo:** FNP Consultoria & Comércio. p.273-303, 2008.

MAAS, E. V. Salinity and citriculture. *Tree Physiology*, v.12, p.195-216, 1993.

MEDEIROS, J.F de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE.** (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. p. 173, 1992.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D. de; PIO, R.S; POMPEU JUNIOR, J. Citros, Campinas, **Instituto Agrônomo e Fundag**, 2005, 929p

MGUIS, K.; ALBOUCHI, A.; KHADHRI, A.; ABASSI, M.; YAKOUBI-TEJ, M.; MAHJOUR, A.; OUEGHY, Z.; BRAHIM, N. B. Adjustments in leaf water relations of wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. and wheat (*Triticum durum* Desf.) plants

grown in a salinity gradient. **Australian Journal of Crop Science**, v.6, n.5, p.768-776, 2012.

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

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, M. G. V. X.; LIMA, J. F. W. F.; MARQUES, F. A. Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.37, p.1477-1486, 2002.

NANES, D. P. FARIAS, S. E. M. **Qualidade das águas subterrâneas de poços tipo cacimba: um estudo de caso da comunidade nascença – município de São Sebastião – AL**. In: Anais do III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2012.

NICOLOSI, E. Origin and taxonomy. In: KHAN, I. A. (ed.). **Citrus genetic, breeding and biotechnology**. Oxford: CAB International, p.18-44. 2007.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. **Irriga**, v.16, n.2, p.163-176, 2011.

PEDROTTI A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PEREZ-PÉREZ, J. G.; GRARCÍA-SÁNCHEZ, F. ROBLES, J. M.; BÓBIA, P. "'Star Ruby' grapefruit and 'Clemenules' mandarin trees show different physiological and agronomic responses to irrigation with saline water. **Irrigation Science**: 191-204. 2015.

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. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 219- 228, 2009.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, Q.M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 133p. (Irrigation and Drainage Paper, 48). 1992.

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

RODRIGUEZ-GAMIR, J.; ANCILLO, G.; LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E.; FORNERGINER, M. A. Influence of salinity on pip gene expression in citrus roots and its relation-

ship with root hydraulic conductance, transpiration and chloride exclusion from leaves.

**Environmental and Experimental Botany**, v.78, p.163-166, 2012.

SÁ, F. V. da S.; BRITO, M. E. B.; MOREIRA, R. C. L.; MELO, A. S. de; SILVA, L. de A.; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, L. C. de; PAIVA, E. P. de. Balance of salts and growth of papaya cultivars irrigated with saline water. **Biosciência Journal**. v. 32, n. 4, p. 849-856, July/Aug. 2016.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; FERREIRA, I. B.; ANTONIO NETO, P.; SILVA, L. A.; COSTA, F. B. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**. v. 20, n. 3, p. 544-556, julho - setembro, 2015a.

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga**, v.20, p.46-59, 2015b.

SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, J. L.; NOVAIS, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. **Revista Ceres**. v. 60, p. 388-396, 2013.

SALIBE, A. A. **Citricultura: 500 anos**. Citricultura Atual - GCONCI, Cordeirópolis, ano 4, n.16, p.14, 2000.

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

SILVA, L. A.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F.V.S.; MOREIRA, R. C. L.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 18, n. supl, p. 1-7, 2014.

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

STOREY, R.; WALKER, R. R. Citrus and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1-4, p.39-81, 1999.

SWINGLE, W. T.; REECE, P. C. The botany of Citrus and its wild relatives. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (ed.). **The Citrus Industry**. Berkeley: **University of California**, p.190-430. 1967.

SYVERTSEN, J.P., GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 103. p. 128-137, 2014.

VASCONCELOS, R. S.; LEITE, K. do N.; CARVALHO, C. M. de; ELOI, W. M.; SILVA, L. M. F. da; FEITOSA, H. DE O. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do baixo acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.3, n.1, p.30–38, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 828p.

TAVARES, A. C. **Aspectos, físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada e cisterna de comunidades rurais no semiárido paraibano**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Estadual da Paraíba, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa. 2009.