



PRPG Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE CITROS SOB SALINIDADE

Kalyne Sonale Arruda de Brito¹, Pedro Dantas Fernandes², Alberto Ferreira Cardoso¹, Diego Azevedo Xavier¹, Gilberto da Cruz Gouveia Neto³, Janivan Fernandes Suassuna³, Marcos Eric Barbosa Brito⁴,

RESUMO

Objetiva-se avaliar, neste trabalho, o crescimento de genótipos de citros (variedades e híbridos) sob salinidade, na fase de formação de mudas, motivo por que se realizou um experimento em blocos casualizados, com três repetições, em ambiente protegido da UFPG, estudando-se cinco níveis de salinidade da água de irrigação combinados a doze genótipos de porta-enxertos de citros conduzidos até a enxertia em duas variedades-copa. A unidade experimental foi composta de nove plantas, conduzidas em tubetes de polietileno de 288 mL até os cinco meses após sementeira, quando foram transplantadas para sacolas de plástico, utilizando-se de substrato comercial. As aplicações das águas salinas se iniciaram aos 60 dias após a sementeira, estendendo-se até as mudas estarem aptas ao transplante em campo. A cada 30 dias do início dos tratamentos até a enxertia, obtiveram-se a altura de planta, o diâmetro do caule e o número de folhas dos porta-enxertos e, após a enxertia, se obteve número de folhas do enxerto, comprimento do enxerto, diâmetro do enxerto, diâmetro no colo do porta-enxerto e diâmetro no ponto da enxertia. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo Teste 'F' realizando-se, para fatores quantitativos a análise de regressão e para os fatores qualitativos testes de médias até 5% de probabilidade, concluindo que: o crescimento das plantas de citros é reduzido com a adição da salinidade; o TSKFL X CTC25 – 010 e o Citrangeiro Troyer tem maior crescimento antes da enxertia; a combinação Limoeiro Cravo com Limeira ácida Tahiti é a mais indicada na produção de mudas de citros.

Palavras-chave: *Citrus sp*, estresse salino, genótipos

GROWTH OF CITRUS GENOTYPES UNDER SALINITY

ABSTRACT

In order to evaluate the growth of citrus genotypes (varieties and hybrid) under salinity, in the formation phase, an experiment was accomplished in randomized blocks, with three repetitions, in greenhouse. Five levels of irrigation water salinity were studied, combined to twelve citrus genotypes rootstocks in two varieties cups. Nine plants composed the experimental unit, in pots of polyethylene of 288 mL by five months after the sow, when they were transplanted for pots of plastic, using commercial substratum. The saline waters applications initiated at 60 days after the to sow, and extending until the dumb ones be capable to the transplant in field. Every 30 days from the beginning of the treatments to the enxertia, it was obtained the plant height, the stem diameter and leaf number of the portaenxertos; after the graft, the graft leaf number, length of the graft and graft diameter were obtained. The data were submitted the variance analysis by the Test 'F', and performing for the quantitative factors the regression analysis and for the qualitative ones averages tests ($p < 0,05$). Ending that: The salinity reduces the citrus growth; the TSKFL X CTC25 - 010 and Citrangeiro Troyer have larger growth before the enxertia; The rangpour lemon with Tahiti combination is the most indicated.

Keywords: *Citrus sp*, saline stress, genotypes

¹ Aluna de Curso de Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: line.brito@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: pdantas@pq.cnpq.br

³ Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, UAEg, UFPG, Campina Grande, PB.

⁴ Eng. Agrônomo, Prof. Mestre, Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos, UFPG, Pombal, PB

INTRODUÇÃO

Altas concentrações de sais no solo são um dos fatores que mais concorrem para a redução do crescimento e da produtividade das culturas, mais notável em regiões áridas e semiáridas devido à deficiência hídrica e às condições de alta evaporação, durante a maior parte do ano (AYERS & WESTCOT, 1991; TESTER & DAVENPORT, 2003).

Para RICHARDS (1954), os sais podem afetar o desenvolvimento das plantas em virtude da sua concentração na solução do solo, elevando a pressão osmótica e reduzindo a disponibilidade de água para os vegetais; pode ocorrer, também, efeito tóxico de íons específicos, como sódio, cloreto e boro, dentre outros, que causam sintomas característicos de injúria, associados à acumulação excessiva do íon específico na planta (FLOWERS, 2004; FLOWERS & FLOWERS, 2005). EPSTEIN & BLOOM (2006) também contemplam as duas formas de efeito dos sais sobre os cultivos abordados por Richards (1954), e os complementam com um terceiro que seria o efeito específico de natureza nutricional, ao afirmarem ter influência mais marcante que o efeito osmótico. RHOADES & LOVEDAY (1990) e AYERS & WESTCOT (1991) contribuem acrescentando possíveis efeitos indiretos causados por alterações físicas e químicas no solo. TESTER & DAVENPORT (2003), FLOWERS (2004) e FLOWERS & FLOWERS (2005) fazem uma revisão sobre o assunto, com destaque para o elemento sódio e seus efeitos sobre o solo e as plantas.

Algumas culturas produzem rendimentos economicamente viáveis, em altos níveis de salinidade no solo, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos; esta diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica que algumas espécies possuem o que lhes permite absorver, mesmo em condições salinas, quantidade suficiente de água (TAIZ & ZEIGER, 2004). Esta capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente viáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo em níveis baixos (TESTER & DAVENPORT, 2003).

A tolerância a salinidade é, portanto, variável entre espécies e dentro de uma mesma espécie, entre fases. Em geral, tem sido identificada como fenômeno específico a um estágio de desenvolvimento, podendo um genótipo ser mais tolerante em uma fase e mais sensível em outra (FOOLAD et al., 1998; ORCUTT & NILSEN, 2000).

Em cada estágio de desenvolvimento da planta a tolerância a salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (MANO & TAKEDA, 1995; FLOWERS, 2004; FLOWERS & FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005).

Na fruticultura irrigada torna-se necessária maior atenção quanto a prevenção da salinização, particularmente quando a fonte hídrica tem altas concentrações de sais, ressaltando-se que tais culturas são consideradas sensíveis e, com o Brasil ocupando o terceiro lugar na produção mundial de frutas (AGRIANUAL 2006), é fundamental a geração de conhecimentos que viabilizem a utilização de águas salinas, garantindo sua sustentabilidade. Dentre as fruteiras, os citros se destacam como a de maior importância para o País, sendo a laranja doce [*C. sinensis* (L.) Osbeck] a fruta de maior produção e exportação (AGRINUAL, 2006). Este destaque é observado também no Nordeste brasileiro, com incontestável importância socioeconômica.

No entanto, nesta região a produtividade é baixa devido principalmente ao déficit hídrico que ocorre durante mais de seis meses do ano coincidindo, em geral, com temperaturas elevadas, necessitando-se de irrigação para se obter maiores níveis de produtividade. Um dos problemas da região é a qualidade da água de poços, açudes e rios, nem sempre adequada ao crescimento normal das plantas cítricas, em razão, sobretudo, da concentração relativamente alta de sais (MEDEIROS, 1992; AUDRY & SUASSUNA, 1995), ocasionando redução em crescimento, desenvolvimento e produtividade, em razão do aumento da salinidade no solo, fato atribuído, sobremaneira, ao efeito direto dos íons Na^+ e Cl^- , sobre processos fisiológicos importantes da planta (efeito tóxico), e a um efeito indireto, em virtude da redução do potencial osmótico da solução de crescimento, induzindo estresse hídrico; a salinidade pode afetar, ainda, a condutância estomática (TESTER & DAVENPORT, 2003) e a atividade fotossintética (GARCÍA-LEGAZ et al., 1993; BAÑULS et al., 1997), notadamente em plantas cítricas, consideradas sensíveis a salinidade (MASS & HOFFMAN, 1977; TESTER & DAVENPORT, 2003), embora em alguns trabalhos se tenha encontrado resultados divergentes (MAAS, 1993).

Uma prática que pode viabilizar o uso de água de baixa qualidade e de solos salinos, é a utilização de genótipos com boa tolerância a esse fator abiótico. O desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a salinidade, via programas de melhoramento genético exige, entretanto, que se desenvolvam estudos para se avaliar o efeito da salinidade sobre aspectos da fisiologia da planta, visando identificarem-se processos que possam ser responsáveis por eventuais mecanismos de tolerância.

A exemplo do que se verifica com outras frutíferas propagadas por enxertia, nos citros a tolerância a salinidade deve ser avaliada considerando-se a combinação copa/porta-enxerto, de forma conjunta. A seleção criteriosa de ambos é fundamental para o sucesso da citricultura, constatando-se que os principais efeitos da salinidade nas plantas de citros são a suspensão do crescimento, os sintomas de injúrias nas folhas e a redução no rendimento (SINGH et al., 2003).

No Brasil e, de forma mais acentuada, no Nordeste, predomina a utilização do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), independente da condição de clima, de solo e da cultivar-copa utilizada (AZEVEDO, 2003). Embora esta preferência seja compreensível, já que as características do 'Cravo' satisfazem tanto aos viveiristas como aos citricultores, é evidente o risco de surgimento de doenças e de distúrbios de outras naturezas, como estresse salino, originando prejuízos imensuráveis à citricultura. BRITO (2007), trabalhando com dezoito genótipos de citros, destaca alguns tolerantes e moderadamente tolerantes a salinidade, durante a fase de formação de porta-enxerto, indicando materiais com potencial de produção de mudas de citros sob estresse salino

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de genótipos de citros, variedades e híbridos, sob aplicação de águas salinas, na fase de formação de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa

Contando com o apoio da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), desenvolveu-se um projeto de pesquisa de estresse salino em plantas cítricas; iniciando-se em uma primeira etapa, estudos de tolerância de 37 genótipos de citros, variedades e híbridos, obtidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da mencionada unidade de pesquisas da Embrapa, com uso potencial como portas-enxerto. A primeira fase se estendeu até os 150 dias após sementeira, começando com os tratamentos salinos aos 60 dias após sementeira; neste experimento foram selecionados 20 genótipos, dos quais 8 classificados como tolerantes, 11 como moderadamente tolerantes e 1, o Limoeiro Cravo 'Santa Cruz' (testemunha), como moderadamente sensível (BRITO, 2007). Nesta etapa 12 genótipos foram estudados dentre os selecionados, em combinação com duas variedades-copa, avaliando-se o crescimento das plantas de citros sob estresse salino. Este projeto se insere em um programa maior de estudo de estresses em plantas cítricas, aprovado pelos CNPMPF e UFCG, em junção com o CNPq.

O Experimento

Localização

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN, da UFCG, localizado no município de Campina Grande, Estado da Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 7° 15' 18" de latitude S e 35° 52' 28" de longitude W, a uma altitude de 550 m.

Experimento

Iniciou-se a aplicação do estresse salino aos 60 dias após a sementeira (DAS), estendendo-se até o final do período de formação de mudas das plantas cítricas, abarcando a fase de crescimento dos porta-enxertos e das mudas enxertadas, fato que ocorreu até os 360 DAS; assim, as plantas foram submetidas a estresse durante 300 dias.

Tratamentos e delineamento estatístico

Cinco níveis de salinidade da água de irrigação foram testados nas diferentes combinações porta-enxertos copa de citros: S₁ – água com condutividade elétrica (CEa) de 0,8 dS m⁻¹; S₂ - CEa de 1,6 dS m⁻¹; S₃ - CEa de 2,4 dS m⁻¹; S₄ - CEa de 3,2 dS m⁻¹ e S₅ - CEa 4,0 dS m⁻¹, os quais foram determinados tomando-se por base a salinidade limiar descrita por AYERS & WESTCOT (1999) para laranja Pera (*Citrus sinensis*) de 1,7 dS m⁻¹, estudando-se 2 níveis inferiores e 3 superiores.

Tem-se, dentre os genótipos, 5 genótipos tolerantes (T) e 6 moderadamente tolerantes (MT), selecionados no primeiro experimento (Tabela 1) tendo o limoeiro Cravo (moderadamente sensível) como testemunha; destacando-se que as sementes foram fornecidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros, da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Tais genótipos foram enxertados em duas variedades-copa, pomelo 'Star Rubi' e a limeira ácida 'Tahiti', também fornecidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros do CNPMPF.

Combinados os fatores, tem-se 12 porta-enxertos x 5 salinidades x 2 enxertos, totalizando 120 tratamentos. O delineamento é em blocos casualizados, com 3 repetições e a parcela constituída de 9 plantas úteis.

Tabela 1. Genótipos tolerantes e moderadamente tolerantes de citros analisados no experimento. Campina Grande, 2009

GENÓTIPO MODERADAMENTE SENSÍVEL (MS)	GRUPOS
1. LIMOEIRO 'CRAVO SANTA CRUZ'	TESTEMUNHA
GENÓTIPOS TOLERANTES (T)	GRUPOS
02. TSKC X CTSW – 064	1
03. TSKFL X CTC25 – 010	1
05. HTR – 069	2
11. TSKC X CTSW – 031	1
12. LIMOEIRO 'VOLKAMERIANO'	2
GENÓTIPOS MODERADAMENTE TOLERANTES (MT)	GRUPOS
04. TSKFL X CTC13 – 005	1
07. CITRANGE 'TROYER'	2
08. LRF X (TR X LCR) – 005	3
13. TSKFL X (TR X LCR) – 029	3
16. TSKC X CTARG – 015	1
17. TSKC x CTRR – 013	1

Desenvolvimento das plantas

As sementes, devidamente selecionadas e tratadas com fungicida (4g kg⁻¹ de sementes), foram semeadas na razão de três por tubete, com capacidade de 288 mL de substrato, em substrato comercial contendo uma combinação de vermiculita, casca de pinus e casca de arroz carbonizada, na proporção de 1:1:1. Após as devidas anotações de emergência, deixou-se desenvolver apenas um plântula (pé-franco ou planta oriunda de semente) por recipiente. Neste processo de seleção foram eliminadas as plântulas desuniformes, em relação ao padrão de plantas de cada genótipo, de modo que se descartaram indivíduos de origem sexuada, mantendo-se apenas aqueles de origem apogâmica (nucleares) (AGROBYTE, 2006).

As plantas produzidas em tubetes após germinação e crescimento inicial (cinco meses), foram repicadas para sacolas plásticas com 35 cm de altura, 22 cm de diâmetro superior e 20 cm de diâmetro inferior; tendo-se realizada a enxertia após o transplante e estabelecimento das mudas nas sacolas.

Realizou-se a irrigação aplicando-se um volume único às plantas, em função da evapotranspiração média no tratamento testemunha, obtida por pesagem entre os blocos, adicionando-se uma fração de lixiviação de 20% (FL = 0,2). Obteve-se o volume a ser aplicado (V_a) por tubete ou sacola (conforme estágio) pela diferença entre: a média do peso da bandeja com tubetes ou sacola com planta em condição da máxima retenção de água (P_{cc}), obtida quando o peso foi constante após saturação e drenagem e o peso médio das mesmas bandejas ou sacolas na condição atual (P_a), dividido pelo número de recipientes (n) pesados, como demonstrado na fórmula seguinte, considerando-se a densidade da água igual a 1 g cm⁻³:

$$V_a = \frac{P_{cc} - P_a}{n(1 - FL)} \text{ (mL)}$$

Os demais cuidados de controle de ervas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças normalmente recomendadas na produção de mudas cítricas e as recomendações de adubação, foram realizadas, de acordo com a recomendação contida em AGROBYTE (2006).

Preparação das águas de irrigação

As águas de irrigação foram preparadas para se obter uma proporção equivalente de 7:2:1 entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, relação esta predominante em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste (MEDEIROS, 1992; AUDRY & SUASSUNA, 1995).

No preparo das águas de irrigação foram consideradas a relação CEa e a concentração de sais (10*meq L⁻¹=CEa), extraídas de RHOADES et al. (1992), válidas para CEa de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadram os níveis que foram testados, tendo-se como base a água de abastecimento existente no local. Após a preparação foram armazenadas, em caixas de 160 L, uma para cada nível de CEa a ser estudado, devidamente protegidas, de modo a evitar a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que possam comprometer sua qualidade.

Variáveis analisadas nas plantas, antes de serem enxertadas

- nas plantas, antes de serem enxertadas

Com o início da aplicação das águas salinas a cada 30 dias, foram mensurados a altura da planta, o diâmetro da planta medido no colo e o número de folhas (FERNANDES, 2002)

- após enxertia

Com as mudas enxertadas e aptas ao transplante em campo, obteve-se: o comprimento do enxerto, o número de folhas do enxerto e o diâmetro do enxerto medido a 3 cm do ponto de enxertia.

Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' com estudos de regressão polinomial (linear e quadrática) para o fator 'salinidade da água de irrigação' e teste de comparação de médias Scott Knott para o fator porta-enxertos e Tukey, para variedade-copa, todos com confiança mínima de 95% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento dos portas-enxerto

Analisando-se as variáveis de crescimento durante os períodos estudados [60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após semeadura (DAS)], nota-se diferença significativa entre os genótipos (GEN) nas épocas avaliadas (Tabela 2); efeito significativo da 'salinidade' a partir dos 120 DAS, fato relacionado ao início dos tratamentos, 60 DAS não havendo, contudo, efeito da interação porta-enxerto com salinidade. BRITO (2007) também destaca efeito da salinidade em genótipos de citros após os 100 DAS, corroborando com os resultados evidenciados neste trabalho.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: número de folhas (NF), altura de planta (ALT) e diâmetro de caule (DIAM) aos 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após semeadura (DAS). Campina Grande, 2009

VARIÁVEL	DAS	GL	QM		GL	QM		CV%
			GEN			SAL	SAL*GEN	
NF	60	11	10,8195**	4	0,5458 ^{ns}	52	0,1814 ^{ns}	13,16
ALT		11	30,1089**	4	0,3374 ^{ns}	52	0,2979 ^{ns}	21,04
DIAM		11	0,7073**	4	0,0086 ^{ns}	52	0,0166 ^{ns}	12,86
NF	90	11	31,9566**	4	0,1699 ^{ns}	52	1,0985 ^{ns}	14,39
ALT		11	86,1038**	4	1,0475 ^{ns}	52	0,8652 ^{ns}	19,49
DIAM		11	2,4561**	4	0,0598 ^{ns}	52	0,0200 ^{ns}	10,79
NF	120	11	60,4527**	4	5,8892*	52	0,7794 ^{ns}	13,29
ALT		11	166,9204**	4	11,9366 ^{5,56%}	52	0,4660 ^{ns}	18,19
DIAM		11	5,7498**	4	0,9184*	52	1,0725 ^{ns}	22,92
NF	150	11	93,2421**	4	14,6296**	52	2,0904 ^{ns}	13,15
ALT		11	281,4209**	4	40,5485**	52	4,4448 ^{ns}	16,31
DIAM		11	5,5455**	4	0,7566**	52	0,0458 ^{ns}	9,46
NF	180	11	138,0469**	4	71,6645**	52	4,0816 ^{ns}	13,20
ALT		11	582,2351**	4	229,8607**	52	14,2111 ^{ns}	14,57
DIAM		11	6,9073**	4	1,4669**	52	0,0766 ^{ns}	8,15
ALT	210	11	2181,8655**	4	507,1957**	52	40,3787 ^{ns}	15,82
DIAM		11	8,7815**	4	4,4885**	52	0,1038 ^{ns}	8,20
ALT	240	11	1269,3468**	4	1735,7654**	52	71,9436 ^{ns}	12,52
DIAM		11	9,3278**	4	8,5293**	52	0,2189 ^{ns}	7,28

^{ns} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste 'F'

As plantas com maior número de folhas foram encontradas no G3, ou seja, no TSKFL x CTC25 – 010, observando-se um valor médio aproximado de 21 folhas, aos 180 DAS; conforme teste de Scott Knott; nota-se a presença de mais quatro grupos de genótipos com destaque para o G4 (TSKFL X CTC13 – 005) por estar no grupo de menor média (10 folhas aproximadamente). Constata-se que, de maneira geral, a salinidade reduziu o número de folhas na ordem de 8,7%, aos 180 DAS, com aumento unitário na salinidade da água, baseado no menor nível de salinidade. LEVY & SYVERTSEN (2004) e SINGH (2003) citam em suas revisões, que o cloreto absorvido se acumula nas folhas de citros ocasionando abscisão e redução no crescimento, o que pode ter acontecido neste trabalho, provocando redução no número de folhas com aumento da salinidade da água.

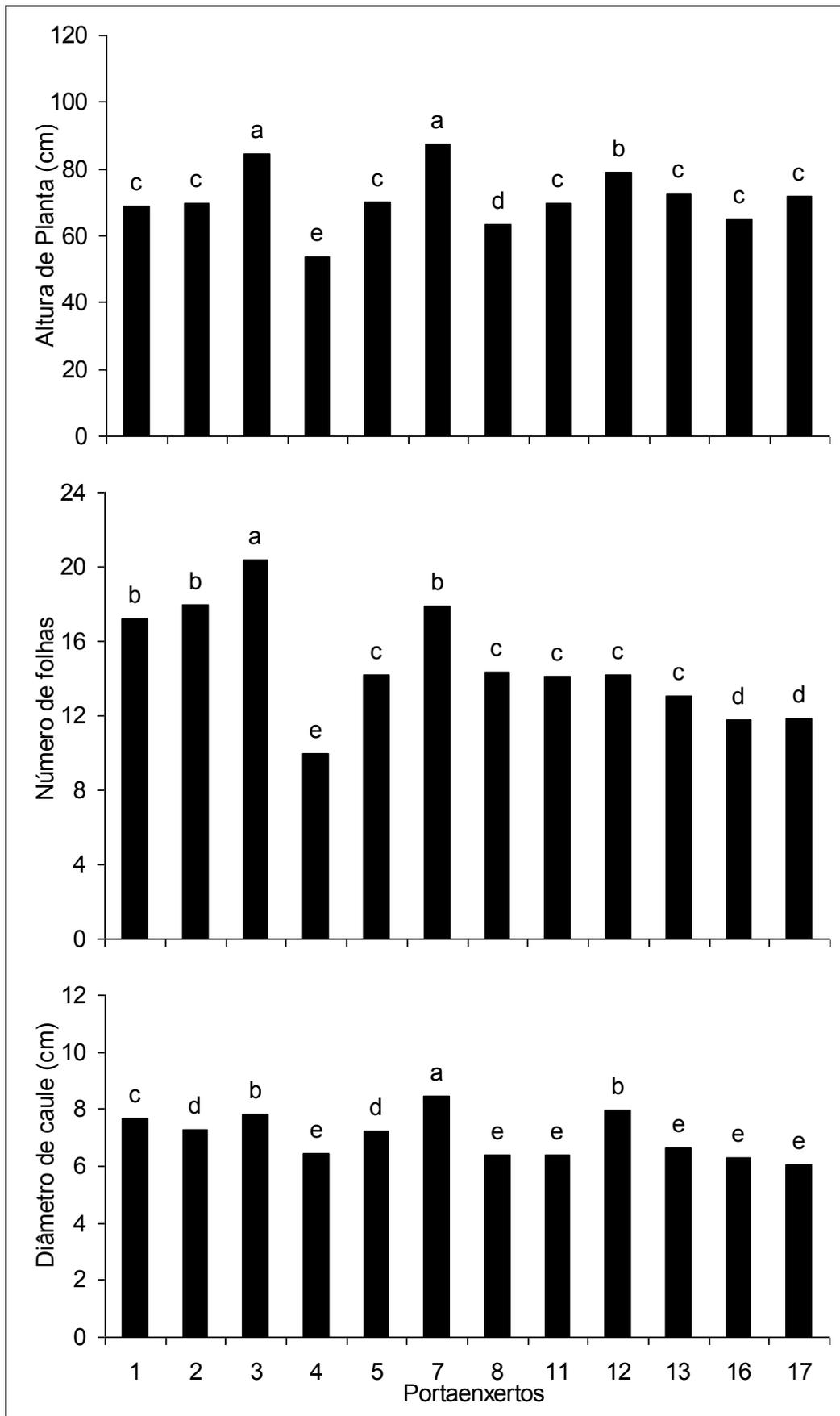


Figura 1. Teste de médias (Scott Knoot, $p < 0,05$) para o número de folhas aos 180 DAS e para altura de planta e diâmetro de caule aos 240 DAS em função dos porta-enxertos de citros. Campina Grande, 2009

Na variável altura de planta se destacam o TSKC x CTC25-010 e o CITRANGE TROYER no grupo de genótipos com as maiores médias (Figura 1), conforme teste de Scott Knott ($p < 0,05$); A menor média foi observada no grupo do TSKFL X CTC13 – 005. Estudando-se o efeito da salinidade; ressalta-se, assim, tal como no número de folhas, redução linear com aumento unitário na salinidade (Figura 2) de 6,4% aos 240 DAS; desta forma, como identificado por LACERDA (2000), BRITO (2007) e BRITO et al. (2008) a presença de genótipos com baixa redução no crescimento sob salinidade, tende a ser potencial a produção sob esta condição, como observado neste trabalho.

Os valores de diâmetro de caule aos 240 DAS variaram entre 6,0 e 8,5 mm, destacando-se o citrangeiro 'Troyer' com os maiores valores médios (Figura 1); ressalta-se que esta é uma das variáveis mais importantes para indicação de aptidão à enxertia; assim, o genótipo com maior diâmetro tem mais possibilidade de ser submetido a enxertia com sucesso de pegamento; nota-se, contudo, que o aumento da salinidade da água em uma unidade também proporcionou redução no diâmetro da ordem de 5,6% aos 240 DAS, com base no menor nível de salinidade da água. Chama-se atenção para o fato de que os valores obtidos foram semelhantes aos obtidos por Soares (2003) estudando três porta-enxertos de citros sob águas salinas, em viveiro telado, em São Paulo, SP.

Sabendo-se da importância nutricional para o desenvolvimento do caule, destaca-se que a salinidade pode ter ocasionado distúrbios desta ordem, os quais impossibilitaram o acúmulo de fitomassa e seu crescimento, como discutido por Lloyd et al., (1989), Bañuls & Primo-Millo, (1992) e Singh (2003).

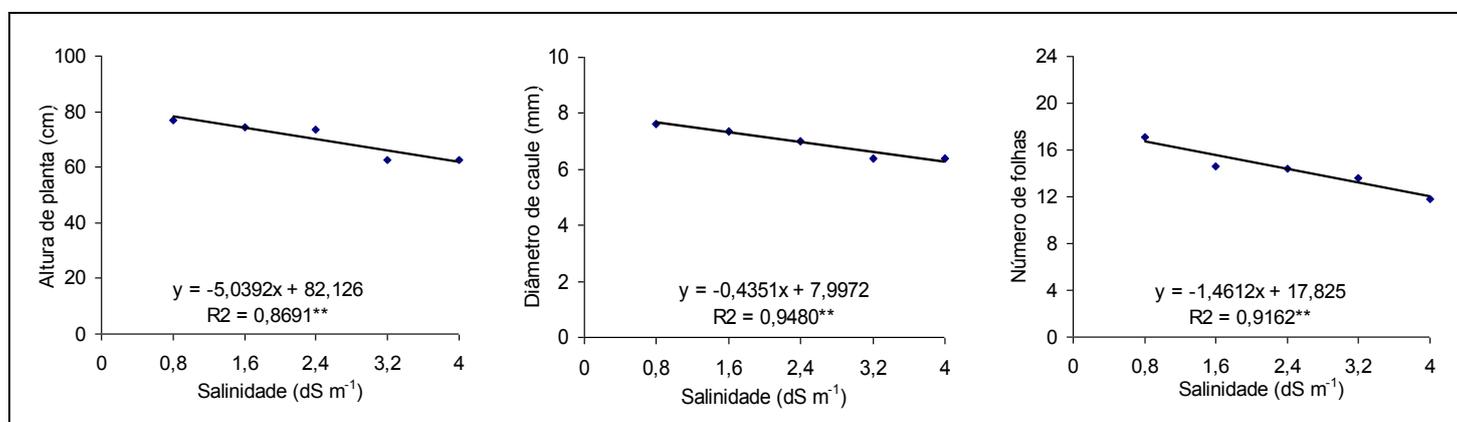


Figura 2. Altura de planta e diâmetro de caule aos 240 DAS e número de folhas aos 180 DAS, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande, PB, 2009

Crescimento após enxertia

Estudando-se as variáveis de crescimento após enxertia, denotam-se efeito da salinidade e diferenças entre os porta-enxertos em todas as variáveis estudadas; ocorreu, ainda, diferença entre variedades-copa no número de folhas; a interação porta-enxerto x copa influenciou diferenças em todas as variáveis, para a interação entre sal x porta-enxerto houve diferenças significativas em todas as variáveis;

Para interação sal x copa, não influenciou qualquer variável; a interação tripla (sal x porta-enxerto x copa) influenciou o número de folhas, o comprimento e o diâmetro do enxerto. BRITO et al. (2008), BRITO (2007) e SINGH (2003) destacam que o estresse salino pode afetar, de forma diferente, genótipos de citros e combinações porta-enxerto copa, como neste trabalho;

Observa-se ainda, que a determinação de variáveis mais sensíveis a salinidade e a determinação de combinações mais tolerantes, são elementos importantes para o sucesso da citricultura em condições nas quais as águas têm sais.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis: número de folhas (nº folhas), comprimento enxerto (cm), diâmetro do enxerto (mm), diâmetro na enxertia (mm) e diâmetro no colo do porta-enxerto (mm). Campina Grande, 2009

Fonte de Variação	GL	Número de folhas	Comprimento enxerto	Diâmetro enxerto
Bloco	2	1,9015 ^{ns}	4,2668 ^{ns}	0,0449 ^{ns}
Sal	4	662,7371 ^{**}	1373,2619 ^{**}	17,2915 ^{**}
Porta-enxerto (PE)	11	260,3586 ^{**}	869,9175 ^{**}	15,0413 ^{**}
Copa	1	88,7201 ^{**}	5,6027 ^{ns}	0,0625 ^{ns}
PE x Copa	11	28,7918 ^{**}	42,4859 ^{**}	0,9284 ^{**}
Sal x PE	44	34,7379 ^{**}	67,2102 ^{**}	2,0684 ^{**}
Sal x Copa	4	8,4053 ^{5,83%}	6,1846 ^{ns}	0,4825 ^{ns}
Sal x PE x Copa	44	9,0892 ^{**}	14,3017 ^{**}	0,3337 [*]
Resíduo	238	3,6340	5,1223	0,2313
CV (%)		23,31	20,90	17,40

Analisando-se a Tabela 4, tem-se o comportamento dos porta-enxertos em cada variedade copa, comportamento linear decrescente e quadrático entre as combinações, destacando-se o limoeiro Cravo Santa Cruz enxertado em limeira ácida Tahiti 2001 da Embrapa Mandioca e Fruticultura, com as maiores médias no menor nível de salinidade (0,8 dS m⁻¹), havendo uma redução gradual com tendência quadrática com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Comportamento quadrático também é observado no TSKFL X CTC25 – 010, TSKFL X CTC13 – 005, . HTR – 069, LRF X (TR X LCR) – 005 e TSKC X CTSW – 031 enxertados em Tahiti e Pomelo ‘Star Rubi’ e TSKFL X (TR X LCR) – 029, sob enxerto de Pomelo. As combinações restantes com aumento da salinidade, tiveram redução no número de folhas. Nota-se que, mesmo o modelo quadrático se ajustando melhor, a salinidade promoveu redução no número de folhas, o que pode estar relacionado aos efeitos tóxicos dos íons presentes na água, que competem em nutrição e no ajustamento osmótico fazendo com que a planta gaste mais energia para manter seu aparato fotossintético.

Tabela 4. Equações de regressão para a variável número de folhas em função da salinidade da água. Campina Grande, 2009

Portaenxerto	Copa	Tahiti	Pomelo
01. LIMOEIRO ‘CRAVO SANTA CRUZ’	$y = -1,5956x^2 + 3,9438x + 18,112$ $R^2 = 0,9693^{**}$		$y = -1,1728x + 16,365$ $R^2 = 0,5075^{**}$
02. TSKC X CTSW – 064		$y = ns$	$y = ns$
03. TSKFL X CTC25 – 010	$y = -0,7175x^2 + 0,0058x + 10,348$ $R^2 = 0,8286^{**}$		$y = -1,3213x^2 + 3,0389x + 7,5315$ $R^2 = 0,7792^{**}$
04. TSKFL X CTC13 - 005	$y = -0,0728x^2 - 4,8606x + 19,463$ $R^2 = 0,9044^{**}$		$y = -0,8758x^2 + 0,3318x + 12,55$ $R^2 = 0,9163^{**}$
05. HTR – 069	$y = -1,338x^2 + 1,6196x + 17,443$ $R^2 = 0,8427^{**}$		$y = -0,5168x^2 + 0,6357x + 13,962$ $R^2 = 0,6599^{**}$
07. CITRANGE ‘TROYER’	$y = -5,4093Ln(x) + 9,1946$ $R^2 = 0,6934^{**}$		$y = -1,3194x + 13,033$ $R^2 = 0,7333^{**}$
08. LRF X (TR X LCR) – 005	$y = -0,3162x^2 - 2,4196x + 15,25$ $R^2 = 0,7331^{**}$		$y = -0,5673x^2 - 1,3539x + 14,67$ $R^2 = 0,8406^{**}$
11. TSKC X CTSW – 031	$y = -0,8309x^2 + 3,6825x + 4,9333$ $R^2 = 0,3482^{**}$		$y = -0,0577x^2 - 1,4128x + 12,227$ $R^2 = 0,9652^{**}$
12. LIMOEIRO ‘VOLKAMERIANO’	$y = -2,5882x + 17,092$ $R^2 = 0,7231^{**}$		$y = -3,6181x + 19,471$ $R^2 = 0,8269^{**}$
13. TSKFL X (TR X LCR) - 029	$y = -1,0805x + 6,5044$ $R^2 = 0,3018^{**}$		$y = -1,4475x^2 + 5,0247x + 3,9333$ $R^2 = 0,8724^{**}$
16. TSKC X CTARG - 015		$y = ns$	$y = -1,0278x + 9,3944$ $R^2 = 0,5098^{**}$
17. TSKC x CTRR – 013		$y = -1,3681x + 9,3289$ $R^2 = 0,4711^{**}$	$y = -1,8264x + 13,206$ $R^2 = 0,8592^{**}$

Tem-se, na Tabela 5, o comportamento das combinações portas-enxerto copa para a variável comprimento da copa, com efeito da interação tripla. Destaca-se comportamento linear decrescente em TSKC X CTSW – 064, TSKFL X CTC25 – 010, CITRANGE ‘TROYER’ e TSKC x CTRR – 013 sob enxerto de Tahiti e Pomelo, Limoeiro Cravo e TSKFL X CTC13 – 005 sob Pomelo e sob Tahiti o LRF X (TR X LCR) – 005; nos demais genótipos, com exceção do TSKFL X (TR X LCR) – 029, nota-se comportamento quadrático; tal como para o número de folhas, a salinidade promoveu redução no crescimento em altura das plantas; SOARES (2003) BRITO (2007) e BRITO (2008) também identificaram redução na altura de plantas cítricas sob estresse salino, ressaltando que o crescimento ocorre devido à divisão e à expansão celular, sendo que este último acontece em virtude do aumento na pressão de

turgor das células, ou seja, acúmulo de água nos vacúolos (TAIZ & ZEIGER, 2006); de vez que o estresse salino diminui a absorção de água, a planta pode ter sentido dificuldades de realizar tal função fisiológica e teve o crescimento limitado.

O comportamento das combinações porta-enxerto copa, em função da salinidade da água, é apresentada na Tabela 6, destacando-se maiores diâmetros nas combinações de Limoeiro Cravo Santa Cruz com Tahiti e Pomelo; nota-se, também, redução linear com aumento da salinidade da água de irrigação. Além dessas combinações, o TSKFL X CTC25 – 010 sob Tahiti, o TSKFL X CTC13 – 005 e o CITRANGE 'TROYER' sob Pomelo tiveram o diâmetro reduzido com aumento da salinidade, enquanto nos demais genótipos se nota que o modelo quadrático se ajustou melhor havendo, contudo, redução gradual com aumento da salinidade da água.

Tabela 5. Equações de regressão para a variável comprimento do enxerto em função da salinidade da água. Campina Grande, 2009

Portaenxerto \ Copa	Tahiti	Pomelo
01. LIMOEIRO 'CRAVO SANTA CRUZ'	$y = -0,8885x^2 - 2,6067x + 36,95$ R2 = 0,7132**	$y = -5,3707x + 34,583$ R2 = 0,9368**
02. TSKC X CTSW – 064	$y = -1,6617x + 10,976$ R2 = 0,8713**	$y = -1,7722x + 12,534$ R2 = 0,7049**
03. TSKFL X CTC25 – 010	$y = -4,6038x + 17,239$ R2 = 0,8087**	$y = -3,9606x + 17,216$ R2 = 0,7239**
04. TSKFL X CTC13 – 005	$y = 1,7903x^2 - 13,864x + 33,168$ R2 = 0,9216**	$y = -5,3201x + 25,442$ R2 = 0,9601**
05. HTR – 069	$y = -1,37x^2 + 1,3029x + 26,483$ R2 = 0,8495**	$y = -0,9031x^2 + 0,0756x + 22,446$ R2 = 0,8318**
07. CITRANGE 'TROYER'	$y = -3,4561x + 14,536$ R2 = 0,5137**	$y = -1,5778x + 11,641$ R2 = 0,7988**
08. LRF X (TR X LCR) – 005	$y = -3,1517x + 17,98$ R2 = 0,8301**	$y = -0,7856x^2 - 0,1913x + 17,428$ R2 = 0,8413**
11. TSKC X CTSW – 031	$y = -2,4516x^2 + 10,014x + 1,8733$ R2 = 0,8324**	$y = -0,3614x^2 - 1,2887x + 14,092$ R2 = 0,7707**
12. LIMOEIRO 'VOLKAMERIANO'	$y = 3,6855x^2 - 24,917x + 51,211$ R2 = 0,9889**	$y = 2,1187x^2 - 15,143x + 33,355$ R2 = 0,9808**
13. TSKFL X (TR X LCR) - 029	Y = ns	$y = -1,4878x^2 + 5,7463x + 2,9844$ R2 = 0,5622**
16. TSKC X CTARG – 015	$y = -1,0404x^2 + 4,3142x + 2,8933$ R2 = 0,4399	$y = -0,5353x^2 + 1,9574x + 6,3517$ R2 = 0,5526**
17. TSKC x CTTR – 013	$y = -0,9607x + 10,205$ R2 = 0,3964**	$y = -1,4409x + 13,086$ R2 = 0,8827**

Tabela 6. Equações de regressão para a variável diâmetro do enxerto em função da salinidade da água. Campina Grande, 2009

Portaenxerto \ Copa	Tahiti	Pomelo
01. LIMOEIRO 'CRAVO SANTA CRUZ'	$y = -0,4577x + 5,3973$ R2 = 0,8450**	$y = -0,7198x + 5,3811$ R2 = 0,8409**
02. TSKC X CTSW – 064	y = ns	y = ns
03. TSKFL X CTC25 – 010	$y = -1,1125x + 4,4022$ R2 = 0,759**	y = ns
04. TSKFL X CTC13 – 005	$y = -0,4501x^2 + 1,4915x + 2,1489$ R2 = 0,8979**	$y = -0,7668x + 3,9617$ R2 = 0,6471**
05. HTR – 069	$y = -0,3981x^2 + 1,6149x + 2,4679$ R2 = 0,8737**	$y = -0,1304x^2 + 0,1884x + 3,924$ R2 = 0,8669**
07. CITRANGE 'TROYER'	y = ns	$y = -0,2669x + 3,3577$ R2 = 0,9115**
08. LRF X (TR X LCR) – 005	y = ns	$y = -0,1452x^2 + 0,3783x + 2,6614$ R2 = 0,7755**
11. TSKC X CTSW – 031	$y = -0,22x^2 + 0,8712x + 2,2827$ R2 = 0,8135**	$y = -0,0435x^2 + 0,0058x + 3,1151$ R2 = 0,8696**
12. LIMOEIRO 'VOLKAMERIANO'	$y = 0,3549x^2 - 2,2425x + 6,8855$ R2 = 0,9122**	$y = 0,2148x^2 - 1,4301x + 5,8009$ R2 = 0,9384**
13. TSKFL X (TR X LCR) - 029	y = ns	$y = -0,6904x^2 + 3,4207x - 0,9992$ R2 = 0,9103
16. TSKC X CTARG – 015	$y = -0,2468x^2 + 0,8759x + 2,1002$ R2 = 0,6145*	y = ns
17. TSKC x CTTR – 013	Y = ns	Y = ns

CONCLUSÕES

- A salinidade reduz o crescimento das plantas de citros.
- O TSKFL X CTC25 – 010 e o Citrangeiro Troyer têm maior crescimento antes da enxertia.
- A combinação limoeiro Cravo com limeira ácida Tahiti é a mais indicada para o sistema de produção de citros com água salina.

AGRADECIMENTOS

A UFCG e ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultório e Comércio, 2006, 496p.
- AGROBYTE. **Formação de mudas de citros**. <http://www.agrobyte.com.br/laranja.htm>, 2006
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J.A. **A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido - um estudo de caso**. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife, Anais... Recife: CNPq, SUDENE, 1995, p.147-153.
- AZEVEDO, C.L.L. **Sistema de produção de citros para o Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas, BA. Sistema de Produção, 16. Versão eletrônica, 2003. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste.htm>. Acesso em 10/04/2006.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1991, 218p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- BAÑULS, J.; SERNA, M.D.; LEGAZ, M.; PRIMO-MILLO, E. Growth and gas exchange parameters of *Citrus* plants stressed with different salts. **Journal of Plant Physiology**, v.150, n.1, p.194-199, 1997.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNESP, 2003. 41p.
- BRITO, M.E.B. **Tolerância de porta-enxertos de citros à salinidade**. Campina Grande: UFCG/CTRN, 2007, 107p. Dissertação de Mestrado.
- BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S.; 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
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2ªed. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.
- FERNANDES, P.D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB – DEAg, 2002. 52p.
- FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. p.255-258.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- FLOWERS, T.J.; FLOWERS, S.A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v.78, n.1, p.15-24, 2005.
- FOOLAD, M.R.; CHEN, F.Q.; LIN, G.Y. RFLP mapping of QTLs conferring salt tolerance during germination in an interspecific cross of tomato. **Theor. Applied Genetics**, v.97, p.1133-1144, 1998.
- Gallasch, P.T. & Dalton, G.S. Selecting salt-tolerant citrus rootstocks. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.40, p.137-144, 1989.
- 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. **Physiologia Plantarum**, v.89, p.427-432, 1993.
- MAAS, E.V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, v.12, p.195-216, 1993.
- MANO, Y.; TAKEDA K. Varietal variation and effects of some major genes on salt tolerance in barley seedlings. **Bulletin Research Institute Bioresources**, v.3, p.71-81, 1995.
- MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos estados do RN, PB e CE**. Campina Grande: UFPB/CCT, 1992. 137p. Dissertação de Mestrado.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bring them together. **New Phytologist**, v.143, p.645-663, 2005.
- ORCUTT, D.M.; NILSEN, E.T. **Physiology of plants under stress**. New York: John Willey & Sons, 2000. 225p.

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

RHOADES, J.D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. *In*: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142. (Agronomy, 30).

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

SINGH, Awtar., SAINI, M. L. & BEHL, R. K.. **Screening of citrus rootstocks for salt tolerance in semi-arid climates – A review**. *Tropics*, V. 13, 2003

SOARES, T.M. **Desenvolvimento de Três Porta-Enxertos Cítricos Utilizando Águas Salinas**. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 2003, 94p. Dissertação de Mestrado.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.

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