

Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade

Pedro Dantas Fernandes¹, Marcos Eric Barbosa Brito^{2*}, Hans Raj Gheyi³, Walter dos Santos Soares Filho⁴, Alberto Soares de Melo⁵ e Paulo Torres Carneiro⁶

¹Instituto Nacional do Semi-Árido, Campina Grande, Paraíba, Brasil. ²Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Cel. João Leite, 517, 58840-000, Pombal, Paraíba, Brasil. ³Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ⁴Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ⁵Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil. ⁶Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, Alagoas, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: marcoseric@ccta.ufcg.edu.br

RESUMO. A salinidade da água e do solo afeta o crescimento, o desenvolvimento e a produção de espécies frutíferas, dentre as quais os citros. O uso de porta-enxertos tolerantes pode garantir a sustentabilidade do agronegócio citrícola em tais condições. Assim, estudou-se a sensibilidade à salinidade durante a fase de formação de porta-enxertos compreendendo variedades e híbridos selecionados. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, considerando cinco níveis de salinidade da água de irrigação [testemunha, irrigação com água de abastecimento local, condutividade elétrica da água (CE_a) de 0,41 dS m⁻¹ e água com CE_a de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹] e sete genótipos, utilizando delimitamento em blocos casualizados, com cinco repetições em esquema fatorial e quatro plantas úteis por parcela, durante o período de 150 dias. Avaliaram-se variáveis de crescimento e fisiológicas. A redução mais expressiva foi observada na fitomassa seca total da parte aérea com aumento unitário da CE_a . Observou-se redução linear no crescimento com aumento da salinidade nos híbridos LVK x LVA-009 e TSK x TREN-256. Dentre os genótipos avaliados, o limoeiro 'Volkameriano' foi o menos sensível ao estresse salino.

Palavras-chave: *Citrus* spp., mudas, estresse abiótico.

ABSTRACT. Growth of hybrids and rootstock varieties of citrus under salinity. Water and soil salinity affects the growth, development and production of fructiferous species, such as citrus. The use of tolerant rootstocks can guarantee the agribusiness of citrus under such conditions. Thus, the sensibility to salinity during the phase of rootstock formation of varieties and selected hybrids was studied. The experiment was carried out in a greenhouse, with five levels of irrigation water salinity [control, tap water with electrical conductivity (EC_w) of 0.41 dS m⁻¹, and water with EC_w of 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 dS m⁻¹] and seven genotypes, in a randomized block design and five replications each consisting of four plants, during 150 day period. Growth and physiologic variables were evaluated. Significant effects of genotypes and salinity in the variables were observed. The most expressive reduction was found for total dry matter with unit increase of EC_w . A linear reduction was observed in hybrids LVK x LVA-009 and TSK x TREN-256. Among the evaluated genotypes 'Volkamer' lemon was the least sensitive to saline stress.

Keywords: *Citrus* spp., seedlings, abiotic stress.

Introdução

Os sais podem afetar o desenvolvimento das plantas, elevando a pressão osmótica e reduzindo a disponibilidade de água (RICHARDS, 1954). Além do efeito osmótico podem ocorrer efeitos tóxicos por íons específicos que causam sintomas característicos de lesões e de natureza nutricional (AL-YASSIN, 2004). Algumas culturas podem produzir rendimentos, sustentavelmente, em níveis elevados de salinidade no

solo. Essa 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), característica presente em algumas fruteiras tropicais.

No Nordeste brasileiro, a importância socioeconômica da citricultura é incontestável, pela geração de emprego e renda, notadamente

nos Estados da Bahia, Sergipe e Paraíba. No entanto, a produtividade é baixa, principalmente, pelo déficit hídrico que ocorre durante mais de seis meses do ano, coincidindo, geralmente, com temperaturas elevadas (CRUZ et al., 2003). Para obtenção de maiores níveis de rendimento, os citricultores precisam usar irrigação, porém um dos problemas da região é a qualidade da água de poços, açudes e rios, nem sempre adequada ao crescimento normal das plantas cítricas, sobretudo pela concentração relativamente alta de sais (SUASSUNA; AUDRY, 1995).

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. Embora essa preferência seja compreensível, já que as características do 'Cravo' satisfazem tanto aos viveiristas quanto os citricultores, é evidente o risco de surgimento de doenças e de distúrbios de outra natureza, como estresse salino, originando prejuízos imensuráveis à citricultura como identificado por Singh et al. (2003).

Vários autores (CRUZ et al., 2003; MURKUTE et al., 2005) têm estudado espécies cítricas em condições de salinidade ressaltando a sensibilidade da cultura e a necessidade de obtenção de materiais genéticos, notadamente porta-enxertos potencialmente adaptados à produção sob essas condições.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade ao estresse salino durante a fase de formação de porta-enxertos de variedades e híbridos selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical - PMG Citros.

Material e métodos

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

Foram testados cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a): S_1 - testemunha (irrigação com água de abastecimento, CE_a de 0,41 dS m^{-1}); S_2 , S_3 , S_4 e S_5 - águas com CE_a de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m^{-1} , respectivamente, baseadas na salinidade limiar da maioria dos genótipos de citros (2,0 dS m^{-1}) (SINGH et al., 2003); preparadas de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1 entre Na:Ca:Mg, a partir dos sais NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, respectivamente, relação predominante em fontes de água utilizadas para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste (SUASSUNA; AUDRY, 1995).

Estudaram-se sete genótipos, cujas sementes foram fornecidas pelo PMG Citros, sendo: 1. limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC), 2. tangerineira 'Sunki Tropical' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] (TSKTR); 3. limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) (LVK); 4. híbrido LVK x LVA [laranjeira 'Valência' *C. sinensis* (L.) Osbeck]-009; 5. híbrido LCR (limoeiro 'Cravo') x TR [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]-001; 6. TSK (tangerineira 'Sunki') x TRENG (*P. trifoliata* seleção 'English')-256; e 7. TSK x TRENG-264. Assim, têm-se cinco níveis de salinidade combinados com sete genótipos, em esquema fatorial (5 x 7), com cinco blocos casualizados e a unidade experimental (parcela) constituída por quatro recipientes (tubetes), cada um contendo uma planta.

A semeadura foi realizada em tubetes com sementes devidamente selecionadas e tratadas com Thiram (4 g kg^{-1} de sementes), semeadas na razão de três, em substrato comercial contendo uma combinação de vermiculita, casca de pinus e casca de arroz carbonizada, na proporção de 1:1:1, com características químicas descritas na Tabela 1. Após as devidas anotações de emergência, deixou-se desenvolver apenas uma planta por recipiente, a de maior vigor (origem nucelar), eliminando-se as plantas desuniformes (origem zigótica), em relação ao padrão de cada genótipo.

Na fase de germinação das sementes até 60 dias após semeadura (DAS), a irrigação foi feita com água de abastecimento, duas vezes ao dia; após este período, iniciaram os tratamentos com as águas correspondentes aos respectivos níveis de condutividade elétrica. O experimento se estendeu até 150 DAS quando foram coletadas as plantas.

Tabela 1. Características químicas do substrato utilizado na produção de mudas cítricas. Campina Grande, Estado da Paraíba, 2008.

CE	pH	H	Al	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄
5,5 dS m ⁻¹	5	Trocável	16,8	0,2	0,197	2,58	35,58	29,07	-	-	-
-----cmol _c kg ⁻¹ -----											
7,4 dS m ⁻¹	5,01	Solúvel	-	-	6,16	8,09	39,25	21,25	0	2,4	31,75
-----mmol _c dm ⁻³ -----											
											P

A irrigação foi feita manualmente com uso de regador pré-calibrado, sendo aplicado 1,5 L para cada grupo de 72 tubetes, correspondentes aos genótipos irrigados com o mesmo nível de salinidade, resultando em um volume aproximado de 20 mL por tubete, em cada evento de irrigação, sendo realizadas duas irrigações por dia, ou seja, aplicou-se, em média, 5,0 mm diariamente.

Avaliou-se o crescimento em altura de planta (ALT), diâmetro de caule (DIAM) e número de folhas aos 60, 90, 120 e 150 dias após semeadura (DAS), para obtenção das curvas de crescimento, com dados do maior nível de salinidade (4 dS m⁻¹); aos 150 DAS estudou-se, também, a área foliar (AF) com escaneamento do limbo foliar, utilizando o programa Image Tool®; o teor relativo de água (TRA); e a fitomassa seca total (FST), seguindo recomendações de Fernandes (2002).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, aos 150 DAS, foi realizada análise de regressão polinomial para o fator 'salinidade da água de irrigação', destacando-se os genótipos com maiores médias; realizou-se a correlação das variáveis estudadas aos 150 DAS para cada genótipo (STORCK et al., 2000), utilizando o programa SAEG 9.0.

Resultados e discussão

Com o aumento da CE_a obteve-se redução linear para altura de planta no limoeiro 'Volkameriano' e nos híbridos LVK x LVA-009 e TSK x TRENG-256 (Figura 1), verificando-se maior decréscimo com aumento unitário da CE_a no TSK x TRENG-256 (6,35%) com base no menor nível de salinidade da água aplicada (0,41 dS m⁻¹). Nota-se, para o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', tangerineira 'Sunki Tropical', LCR x TR-001 e TSK x TRENG-264, comportamento quadrático com maiores alturas de planta quando aplicadas águas com 1,29; 1,60; 3,35 e 0,43 dS m⁻¹, respectivamente, verificando-se maior redução entre o nível de máximo e o maior nível de salinidade da água aplicada (4 dS m⁻¹) na tangerineira 'Sunki Tropical' (redução de 49,60%), e menor sensibilidade no híbrido LCR x TR-001; contudo,

tem-se maior crescimento diário em altura de planta no limoeiro 'Cravo Santa Cruz' a partir dos 60 DAS (Figura 2). Segundo Lacerda et al. (2006), a habilidade para minimizar o efeito negativo da salinidade depende do genótipo utilizado, como evidenciando neste trabalho.

Ocorreu decréscimo do diâmetro de caule no limoeiro 'Volkameriano' e nos híbridos LCR x TR-001, TSK x TRENG-256 e TSK x TRENG-264, constatando-se redução de 5,54; 4,43; 6,93 e 5,75%, com aumento unitário da CE_a a partir da salinidade 0,41 dS m⁻¹ (Figura 1), respectivamente. Segundo Ayers e Westcot (1991), como critério para escolha de uma cultura, quanto à tolerância à salinidade, pode ser aceita a diminuição no rendimento potencial de até 10%, isto é, a salinidade máxima aceitável é aquela que permite produzir rendimento relativo mínimo de 90%, assim a faixa de salinidade média aceitável estimada nas equações para estes genótipos estão entre 1,85 e 2,66 dS m⁻¹ nessa variável. No limoeiro 'Cravo Santa Cruz', tangerineira 'Sunki Tropical' e no híbrido LVK x LVA-009 o comportamento foi quadrático, com maior diâmetro nas CE_a de 0,8; 2,6 e 1,66 dS m⁻¹ e redução entre estes níveis e o maior nível de salinidade da água aplicada (4 dS m⁻¹) de 7,13; 3,91 e 25,31%, respectivamente. Destaca-se pouca variação no diâmetro das plantas com aumento da salinidade, fato notado, também, na análise de crescimento ao longo do tempo, verificando-se nos limoeiros 'Cravo Santa Cruz' e 'Volkameriano' e no híbrido LCR x TR-001 os maiores índices de crescimento diário (0,0027 cm por dia) (Figura 2); contudo, essa variável é a mais indicada para tomada de decisão da época de enxertia, destacando-se valores médios entre 0,28 cm, no LCR x TR-001, e 0,44 cm, no 'Volkameriano'.

O aumento da concentração de sais na água de irrigação não promoveu redução no número de folhas dos genótipos LCR x TR-001 e TSK x TRENG-256 (Figura 1), contudo, nos limoeiros 'Cravo Santa Cruz' e 'Volkameriano', e no híbrido TSK x TRENG-264 houve redução linear de 6,44; 19,09 e 27,04%, respectivamente, com aumento unitário da salinidade da água com base em S₁ (0,41 dS m⁻¹).

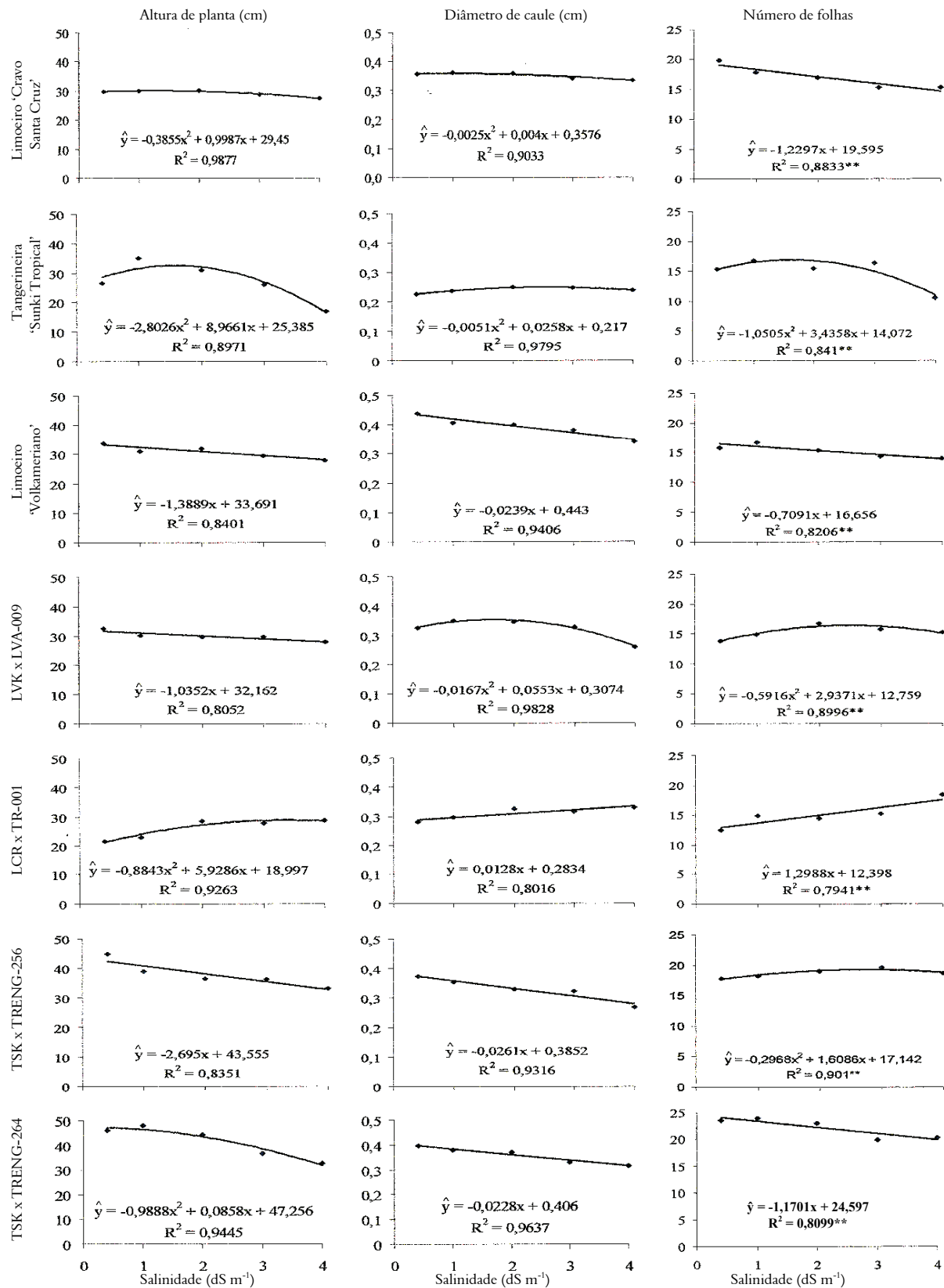


Figura 1. Efeito dos níveis de salinidade da água (dS m⁻¹) sobre a altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas aos 150 dias após semeadura (DAS) para os genótipos de citros estudados. Campina Grande, Estado da Paraíba, 2008.

Nos demais genótipos, destaca-se a regressão quadrática como a mais adequada à explicação do efeito do estresse salino, havendo máximo em número de folhas para a tangerineira 'Sunki Tropical' e para o híbrido LVK x LVA-009, ao ser aplicada água com 1,63 e 2,48 dS m⁻¹, respectivamente. Destaca-se, ainda, o comportamento do híbrido TSK x TRENG-264, para o qual se obteve o maior crescimento diário com CE_a de 4 dS m⁻¹ (Figura 2).

A área foliar foi reduzida linearmente com aumento da CE_a no 'Volkameriano' e nos híbridos LVK x LVA-009, TSK x TRENG-256 e TSK x TRENG-264, destacando-se maior decréscimo com aumento em uma unidade na CE_a no LVK x LVA-009 (11,08%) e menor no 'Volkameriano' (3,52%) (Figura 3). Para o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', tangerineira 'Sunki Tropical' e LCR x TR-001 o comportamento foi quadrático, com maiores AF nas CE_a de 2,07; 1,28 e 3,30 dS m⁻¹, respectivamente, havendo entre esses níveis e o maior nível de salinidade (4 dS m⁻¹) redução de 21,96; 67,24 e 1,54% em AF, respectivamente; a literatura reporta que os principais genótipos de citros são sensíveis à salinidade com salinidade limiar entre 1,7 e 2,0 dS m⁻¹ (SINGH et al., 2003), contudo a sensibilidade pode variar entre genótipos (FLOWERS, 2004; FLOWERS; FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005), como identificado neste trabalho.

Para o teor relativo de água (TRA) destaca-se comportamento linear decrescente nos limoeiros 'Cravo Santa Cruz' e 'Volkameriano' e no híbrido TSK x TRENG-256, com redução de 1,6; 0,7 e 1,65%, respectivamente, com aumento unitário da CE_a baseado no TRA obtido no menor nível de CE_a (0,41 dS m⁻¹) (Figura 3). Na tangerineira 'Sunki Tropical' e nos híbridos LVK x LVA-009, LCR x TR-001 e TSK x TRENG-264 as equações quadráticas foram melhor ajustadas, destacando-se maiores conteúdos de água com a aplicação de 1,28; 2,46; 0,15 e 1,04 dS m⁻¹, havendo, entre esses níveis e o maior nível de salinidade aplicada redução de 9,17; 2,93; 8,20 e 3,5%, respectivamente. Constatando-se que os maiores danos ocasionados pela salinidade são relativos ao efeito tóxico.

Conforme regressões dispostas na Figura 3, tem-se comportamento linear decrescente no LVK x LVA-009, TSK x TRENG-256 e TSK x TRENG-264, com reduções de 5,19; 10,72 e 11,80%, respectivamente, na fitomassa seca com aumento unitário da CE_a em relação à água com 0,41 dS m⁻¹. No 'Cravo Santa Cruz', 'Sunki Tropical' e no LCR x TR-001 o comportamento foi quadrático, com maior formação de fitomassa com a aplicação de águas com 1,68; 1,65 e 2,56 dS m⁻¹, respectivamente. A salinidade promoveu incremento na fitomassa seca no limoeiro 'Volkameriano', observando-se aumento de 1,02% com aumento unitário da CE_a baseado no menor nível de salinidade (0,41 dS m⁻¹). A fitomassa seca total representa o potencial de acúmulo de matéria e quanto maior o seu valor maior também a eficiência do vegetal em transformar energia luminosa em fotoassimilados. Observa-se neste trabalho que, de maneira geral, a fitomassa seca diminuiu com o aumento do estresse salino, sendo a variável mais sensível à salinidade na maioria dos genótipos estudados, quando relacionada a outras variáveis. Peixoto et al. (2006) também notaram decréscimo da matéria seca em genótipos de citros sob efeito de estresse hídrico, corroborando com os resultados evidenciados neste trabalho.

Estudando-se a interação entre as variáveis nos genótipos por meio da análise de correlação disposta na Tabela 2, verifica-se maior afinidade da fitomassa seca total (FST) com as outras variáveis, sendo uma variável potencial aos estudos de estresse salino em porta-enxertos de citros, contudo, a determinação da FST é realizada por método destrutivo, podendo-se optar pela área foliar (AF), que pode ser determinada por métodos não destrutivos, em que também se observa bons graus de correlação com as outras variáveis. Peixoto et al. (2006) identificaram a razão de área foliar, a taxa de assimilação líquida e a taxa de crescimento relativo como ferramentas para os estudos de porta-enxertos de citros em estresse hídrico, corroborando com os resultados notados neste trabalho, em razão desses índices de crescimento serem derivados da FST e da AF.

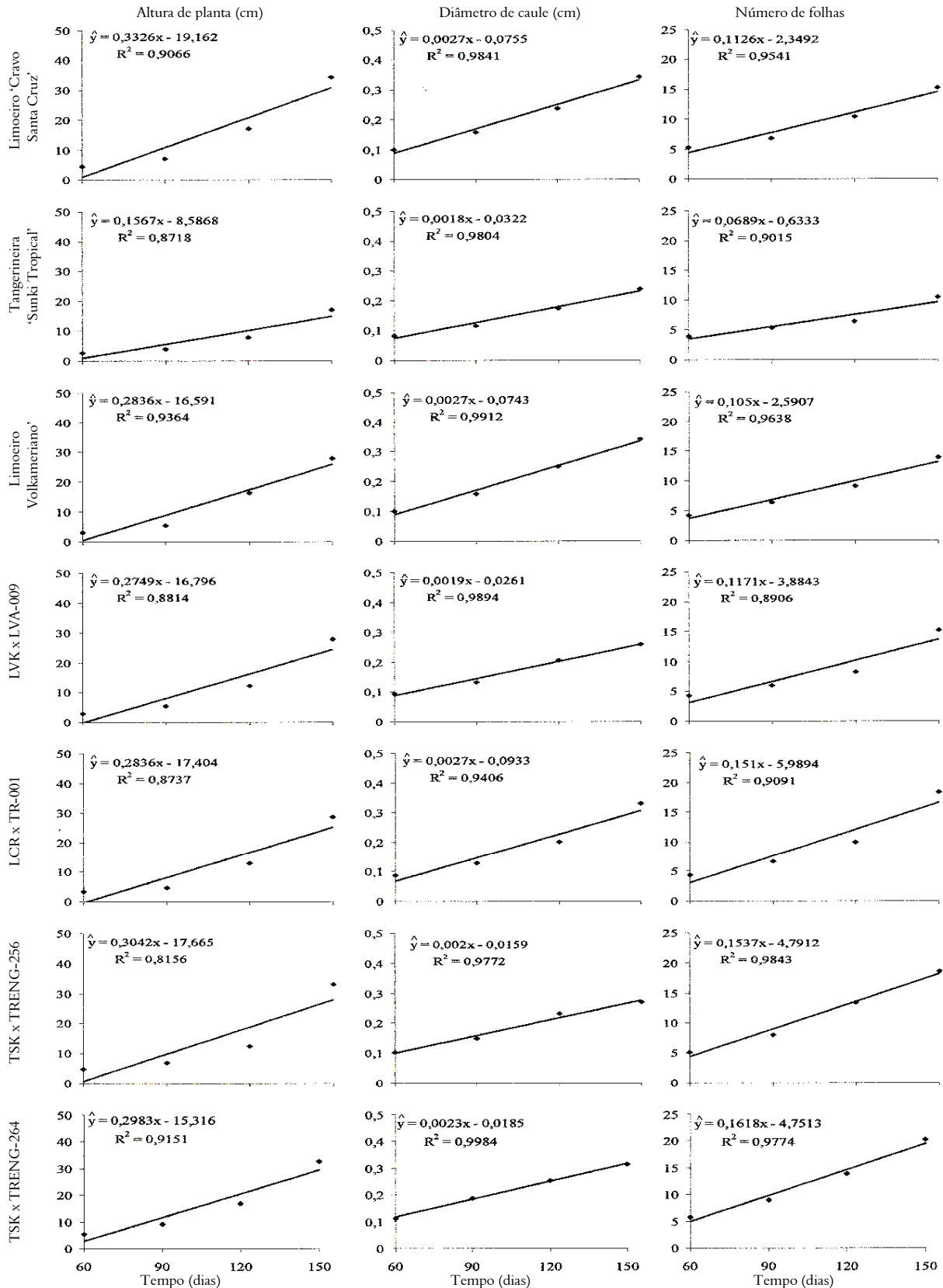


Figura 2. Crescimento em altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas ao longo do tempo (150 dias) com maior nível de estresse salino (4 dS m⁻¹) aplicado. Campina Grande, Estado da Paraíba, 2008.

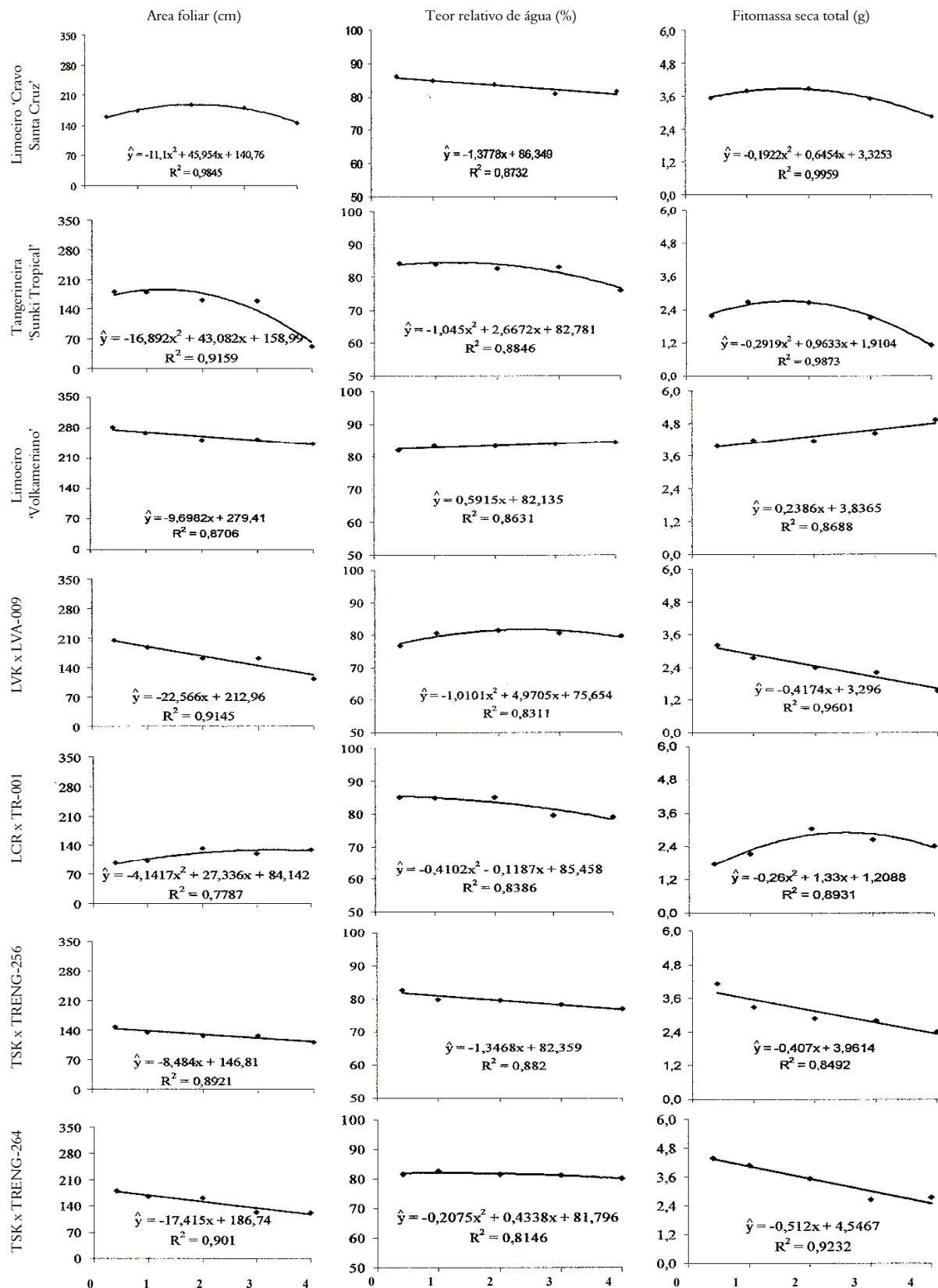


Figura 3. Efeito dos níveis de salinidade (dS m⁻¹) sobre a área foliar, teor relativo de água e fitomassa seca total aos 150 DAS, para os genótipos de citros estudados. Campina Grande, Estado da Paraíba, 2008.

Tabela 2. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada genótipo de citros. Campina Grande, Estado da Paraíba, 2008.

Limoeiro 'Cravo Santa Cruz'					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	0,1046 ^{ns}	0,7857 ^{***}	0,7386 ^{***}	-0,2664 ^{ns}	0,6796 ^{***}
DIAM	-	0,6190 ^{***}	0,16448 ^{ns}	-0,2465 ^{ns}	0,4101*
NF		-	0,6015 ^{***}	-0,0025 ^{ns}	0,5470 ^{**}
AF			-	-0,3322 ^{ns}	0,6262 ^{**}
TRA				-	-0,1015 ^{ns}
Tangerineira 'Sunki Tropical'					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	0,2380 ^{ns}	0,2532 ^{ns}	0,6044 ^{***}	0,3613*	0,7557 ^{***}
DIAM	-	0,3028*	-0,0534 ^{ns}	-0,2443 ^{ns}	0,0534 ^{ns}
NF		-	0,7052 ^{**}	-0,0885 ^{ns}	0,6862 ^{**}
AF			-	0,4149*	0,8499 ^{***}
TRA				-	0,3674*
Limoeiro 'Volkameriano'					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	-0,3264 ^{ns}	0,1571 ^{ns}	-0,7514*	-0,2916 ^{ns}	-0,8887*
DIAM	-	-0,1164 ^{ns}	0,3512 ^{ns}	0,0355 ^{ns}	0,2808 ^{ns}
NF		-	0,1881 ^{ns}	-0,0966 ^{ns}	0,2925 ^{ns}
AF			-	0,2627 ^{ns}	0,9513 ^{**}
TRA				-	-0,0306 ^{ns}
LVK x LVA-009					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	0,4029	0,5276 ^{**}	0,8421 ^{**}	-0,2534 ^{ns}	0,7263 ^{**}
DIAM	-	0,3147 ^{ns}	0,8097*	0,0593 ^{ns}	0,7839*
NF		-	0,2150 ^{ns}	-0,0241 ^{ns}	0,1158 ^{ns}
AF			-	-0,0906 ^{ns}	0,8963 ^{**}
TRA				-	0,3177 ^{ns}
LCR x TR-001					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	0,8896 ^{**}	0,2266 ^{ns}	0,7184*	-0,6112 ^{ns}	0,7556 ^{**}
DIAM	-	0,4484*	0,3963 ^{ns}	-0,2782 ^{ns}	0,8067 ^{**}
NF		-	0,4486*	0,0108 ^{ns}	0,1786 ^{ns}
AF			-	-0,7496*	0,5940 ^{ns}
TRA				-	-0,4962 ^{ns}
TSK x TREG-256					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	0,4837 ^{ns}	0,4529*	0,3885 ^{ns}	0,0122 ^{ns}	0,1963 ^{ns}
DIAM	-	0,4053*	0,8247*	-0,7743*	0,7399*
NF		-	0,3569*	-0,2922 ^{ns}	0,0918 ^{ns}
AF			-	-0,5620 ^{ns}	0,9304 ^{**}
TRA				-	-0,7102*
TSK x TREG-264					
	DIAM	NF	AF	TRA	FST
ALT	0,8848*	0,8150 ^{***}	0,9708 ^{**}	-0,1897 ^{ns}	0,9974 ^{***}
DIAM	-	0,7788 ^{***}	0,9678 ^{**}	-0,1903 ^{ns}	0,8792 ^{**}
NF		-	0,8563 ^{***}	-0,1173 ^{ns}	0,6928 ^{***}
AF			-	-0,2124 ^{ns}	0,9670 ^{**}
TRA				-	-0,1244 ^{ns}

Conclusão

A salinidade promove redução linear no crescimento dos híbridos LVK x LVA-009 e TSK x TREG-256 na maioria das variáveis. A salinidade não promove altas reduções no conteúdo de água nas folhas dos genótipos estudados.

A FST foi a variável que melhor representou o estresse salino em porta-enxertos de citros. O conteúdo de água nas plantas apresentou redução linear com o aumento da salinidade, na maioria dos genótipos.

O limoeiro 'Volkameriano' foi o genótipo menos sensível ao estresse salino e o híbrido LCR x TR-001 o mais sensível, com base na fitomassa seca total. A área foliar pode ser considerada em estudos de

estresses salinos em porta-enxertos de citros na falta da determinação da fitomassa seca total.

Referências

- 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: UFPB. 1991. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F.; DIAS, A. T.; PAES, R. A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.
- FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB-DEAG, 2002.
- 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.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; PRISCO, J. T. Proline accumulation in sorghum leaves is enhanced by salt-induced tissue dehydration. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 110-112, 2006.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bring them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 9, p. 645-663, 2005.
- MURKUTE, A. A.; SHARMA, S.; SINGH, S. K. Citrus in terms of soil and water salinity: a review. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 64, n. 6, p. 393-402, 2005.
- PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S. A.; OLIVEIRA, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C.: United States Salinity Laboratory, 1954. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- 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.
- STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação agrícola**. Santa Maria: UFSM, 2000.
- SUASSUNA, J.; AUDRY, P. **A Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão**

nordestino: caracterização, variação sazonal e limitações de uso. Recife: CNPq, 1995.

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

Received on October 23, 2008.

Accepted on May 22, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.