

TROCAS GASOSAS DE ‘TAHITI’ ENXERTADA EM HÍBRIDOS DE TRIFOLIATA SOB SALINIDADE DA ÁGUA NA PREFLORAÇÃO

Darvina Santana Souza¹, Tainá Alves da Silva¹, Marcos Eric Barbosa Brito², Ericles David da
Silva Nunes¹, Raimundo Rodrigues Melo Neto¹, Walter dos Santos Soares Filho³

RESUMO: Sob condições de salinidade do solo ou da água, as plantas tem seus processos fisiológicos afetados, a exemplo das trocas gasosas, podendo-se usar estas variáveis para identificar genótipos com potencial tolerância ao estresse. Assim, objetivou-se estudar as trocas gasosas da limeira ácida Tahiti enxertada em híbridos de *Poncirus trifoliata* sob condições de estresse salino. Para tanto, foi realizado um experimento na Universidade Federal de Sergipe - UFS, Campus do Sertão, SE, compreendendo a aplicação de estresse salino em combinações copa/porta-enxerto de citros na fase de prefloração, com estresse no período de 30 a 90 dias após transplante (DAT), considerando as condições naturais de balanço hídrico. Com isso, estudaram-se dois fatores, três níveis de salinidade da água irrigação (0,14, 2,4 e 4,8 dS m⁻¹), que foram aplicados em 8 combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e os híbridos de *Poncirus trifoliata* como porta-enxertos de citros, provenientes do programa de melhoramento genético de citros, PMG – Citros, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo repetidos em quatro blocos, com uma planta por parcela, perfazendo 60 parcelas. Avaliou-se, aos 90 DAT, as trocas gasosas das plantas. A salinidade não afetou as trocas gasosas dos híbridos de *P. trifoliata*; As maiores trocas gasosas são observadas, principalmente, nos genótipos TSKC x (LCR x TR) – 040, TSKC x CTTR – 012 e HTR – 069.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus* spp., carboxilação, tangerineiras

GAS EXCHANGE OF TAHITI GRAFTED ON TRIFOLIATE HYBRIDS UNDER SALINE WATER DURING PREFLORATION STAGE

¹ Acadêmico (a) de Agronomia, Universidade Federal de Sergipe - UFS/Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória – Sergipe.

² Doutor, Professor Universidade Federal de Sergipe – UFS/Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória – Sergipe. Bolsista de produtividade do CNPq, e-mail: marcosericbb@yahoo.com.br.

³ Pesquisador A da Embrapa mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, e-mail: water.soares@embrapa.br.

ABSTRACT: Under soil or water salinity conditions, plants have their physiological processes affected, such as gas exchange, and these variables can be used to identify genotypes with potential stress tolerance. Thus, in this work aimed to study the gas exchange of the 'Tahiti' acid lime tree grafted on *P. trifoliata* hybrids under saline stress conditions. For this, an experiment was carried out at the Federal University of Sergipe - UFS, Campus do Sertão, SE, comprising the application of salt stress in citrus scion/rootstock combinations during pre-floration of first year, with stress begin from 30 until 90 days after transplantation (DAT), considering the natural conditions of water balance. Thus, two factors were studied, three levels of salinity of irrigation water (0.14, 2.4 and 4.8 dS m⁻¹), which were applied in 8 combinations between 'Tahiti' lime and *P. trifoliata* hybrids, used as citrus rootstocks, from the citrus breeding program, PMG - Citros, from Embrapa Cassava and Fruit, being repeated in four blocks, with one plant per plot, making 60 plots. At 90 DAT, plant gas exchange was evaluated. Salinity did not affect gas exchange of *P. trifoliata* hybrids; The more gas exchanges are mainly observed in TSKC x (LCR x TR) - 040, TSKC x CTTR - 012 and HTR - 069 genotypes.

KEYWORDS: *Citrus* spp., carboxilation, mandarins

INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de recursos naturais, em especial a água, elemento limitado e indispensável para a sobrevivência da vida na terra, tem sido foco de preocupação, pois vários fatores têm contribuído para a sua limitação, a exemplo do aumento demográfico, das mudanças climáticas, do uso na agricultura e na indústria. Alguns desses fatores são irreprimíveis, por outro lado, há alguns casos em que se pode adotar estratégias que visam o uso sustentável da água, para que, futuramente, não se tenha escassez total dos recursos hídricos (FAO; ITPS, 2015).

Na região Nordeste do Brasil, a limitação hídrica é ainda mais notória, isso porque, sob clima semiárido, tem-se altas taxas evapotranspirométricas e baixas precipitações, resultando num balanço hídrico negativo, o que promove a dificuldade de armazenamento das águas (CGGE, 2012). Além dessa questão, o balanço hídrico negativo estimula o acúmulo de sais na água e nos solos, visto que os solos nordestinos são considerados rasos e com materiais de origem cristalino, aumentando ainda mais os reservatórios com água salobra ou salina (RESENDE, 2009; GHEYI et al., 2016).

Porém, o uso de águas com condutividade elétrica elevada pode reduzir o uso de água de boa qualidade, aumentando a disponibilidade da mesma e ofertando novas tecnologias para os produtores. Sendo que, para a introdução de água salina ou salobra na agricultura irrigada, deve-se pensar em culturas que tenham, potencial de comercialização e que mantenham produção economicamente viável, o torna interessante o cultivo de citros sob tais condições, desde que sejam identificadas combinações copa/porta-enxertos com tais características, pois, segundo Barbosa et al. (2017), a salinidade afeta de forma diferenciada o crescimento e o desenvolvimento dos citros.

Para a identificação da tolerância dos genótipos, pode-se adotar várias estratégias, entre estas, estudar o comportamento fisiológico por meio das trocas gasosas (Barbosa et al., 2017), permitindo identificar mecanismos de tolerância ou de sensibilidade na fase inicial de aplicação do estresse.

Assim, objetivou-se estudar as trocas gasosas da limeira ácida Tahiti enxertada em híbridos de *P. trifoliata* sob irrigação com três tipos de água na fase de prefloração do primeiro ano de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na fazenda experimental do Campus do Sertão, da Universidade Federal de Sergipe, a qual fica localizada no município de Feira Nova região do alto sertão sergipano, onde se tem, predominantemente, o clima semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm e temperatura média anual de 24 °C.

Usou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial composto por dois fatores: a. Três tipos de água (salinidade), relativas às águas proveniente do Rio São Francisco, condutividade elétrica (CEa) de 0,14 dS m⁻¹, água de poço tubular diluída até a CEa de 2,4 dS m⁻¹ e água de poço tubular diluída até a CE de 4,8 dS m⁻¹, iniciando-se aos 30 dias após a transplante (DAT) das mudas em lisímetros, e perdurando durante o período de prefloração. b. Oito combinações copa/porta-enxerto (genótipos), relativos à limeira ácida 'Tahiti' enxertada em oito híbridos de porta-enxerto cítricos, todos provenientes do programa de melhoramento genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, estando dispostos no Quadro 1.

Unindo-se os fatores tem-se, como resultados, 24 tratamentos (3 tipos de água salina x 8 combinações copa/porta-enxerto), repetidos em 4 blocos, sendo cada parcela constituída por uma planta útil, totalizando 96 parcelas.

As águas de irrigação foram preparadas a partir da diluição de água proveniente de poço tubular localizado no município de Nossa Senhora da Glória, e que possuía uma condutividade elétrica da água (CEa) de 15,0 dS m⁻¹, aferidas com uso de condutivímetro. E as mudas de cada genótipo de citros enxertada com a limeira ácida ‘Tahiti’ foram obtidas junto ao viveiro de produção de mudas Tamafe, seguindo recomendações para produção de mudas certificadas.

Quadro 1. Relação de genótipos estudados sob tipos de água de irrigação durante a fase inicial de produção em lisímetros. Nossa Senhora da Glória, SE, 2018.

Nº	Genótipo	Nº	Genótipo
1	HTR - 069	5	TSKC x TRBK - 007
2	TSKC x (LCR x TR) - 040	6	TSKC x CTARG - 019
3	TSKC x (LCR x TR) - 059	7	TSKC x CTTR - 012
4	TSKFL x TRBK - 030	8	TSKFL x CTTR - 013

HTR = híbrido trifoliado; LCR = limoeiro ‘Cravo’; TSKC = tangerineira ‘Sunki Comum’; TSKFL = tangerineira ‘Sunki da Flórida’; TR = *Poncirus trifoliata*; TRBK = *P. trifoliata* Beneke; CTARG = citrange ‘Argentina’; CTTR = citrange ‘Troyer’.

As irrigações com os tipos de água foram realizadas diariamente, com uso de sistema de irrigação por gotejamento instalado nos lisímetros, sendo o manejo da irrigação realizado pelo método do balanço hídrico. Todas as demais práticas culturais foram baseadas nas recomendações propostas em Mattos Junior et al. (2005).

Aos 90 dias após o transplante (DAT) foram determinadas as trocas gasosas das plantas usando-se de um analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCpro+) com luz constante de 1.200 µmol de fótons m⁻² s⁻¹, obtendo-se as seguintes variáveis: Taxa de assimilação de CO₂ (A) (µmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (Ci) na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [(µmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência intrínseca da carboxilação Φ_c (A/Ci) (Barbosa et al., 2017).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado o teste de médias (Tukey até 5% de probabilidade) para os fatores combinação copa/porta-enxerto (Genótipo) e os tipos de água (salinidade), ambos usando o SISVAR 5.6 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se diferenças entre as combinações copa/porta-erertos quanto à concentração intercelular de CO₂ (*C_i*), a transpiração (*E*), a condutância estomática (*gs*) e a eficiência instantânea no uso da água (*A/g_s*) (Tabela 1), não sendo verificado efeito da salinidade ou da interação entre os fatores estudados. Deste modo, embora se verifiquem materiais oriundos de cruzamentos semelhantes, além de terem sido estudadas plantas de origem nucelar, para garantir a permanência das características das plants mãe, é comum a ocorrência de segregação, o que vem a justificar o comportamentamento fisiológico diferenciado entre combinações (Barbosa et al., 2017).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (*C_i*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), fotossíntese (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EIC_i*), eficiência intrínseca no uso da água (*EIUA*) e eficiência instantânea no uso da água (*A/g_s*) das combinações copa/porta-enxerto de citros (Genótipos) sob salinidade da água aos 90 dias após o transplante. Nossa Senhora da Glória, SE, 2019.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>EIC_i</i>	<i>EIUA</i>	<i>A/g_s</i>
Bloco	3	2969.11**	0.613*	0.00755**	31.76**	0.00042 ^{ns}	13.09**	753.57**
Genótipo (Gen)	7	1396.88**	0.684**	0.00247**	7.73 ^{ns}	0.00014 ^{ns}	1.82 ^{ns}	618.06**
Salinidade (Sal)	2	1907.78 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.00001 ^{ns}	4.28 ^{ns}	0.00042 ^{ns}	1.92 ^{ns}	561.02*
Gen x Sal	14	372.79 ^{ns}	0.100 ^{ns}	0.00039 ^{ns}	3.42 ^{ns}	0.00012 ^{ns}	0.46 ^{ns}	146.33 ^{ns}
Erro	69	472.39 ^{ns}	0.215	0.00077	4.99	0.00015	2.18	164.99
CV (%)		11,31	24,82	28,61	23,98	25,65	28,53	13,05
Média		192,2	1,87	0,10	9,32	0,05	5,18	98,41

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5 % e 1 %, respectivamente; CV = Coeficiente de variação; GL= grau de liberdade.

Quando se estuda as diferenças entre os genótipos por meio das trocas gasosas, nota-se, com base no teste de médias (Tabela 2), maiores valores de *C_i*, *E* e *gs* nas plantas de limeira ácida Tahiti enxertada nos genótipos TSKC x (LCR x TR) – 040, TSKC x CTTR – 012 e o HTR – 069, embora que, em algumas variáveis, possam ser destacados outros genótipos. Por outro lado, os menores valores foram notados nas plantas de Tahiti enxertada no TSKC x TRBK – 007.

Tabela 2. Teste de médias relativo às variáveis concentração interna de CO₂ (*C_i*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*) e eficiência instantânea no uso da água (*A/g_s*) das combinações copa/porta-enxerto de citros (Genótipos) sob salinidade da água aos 90 dias após o transplante. Nossa Senhora da Glória, SE, 2019.

Genótipos	<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A/g_s</i>
HTR - 069	185,66ab	1,74ab	0,087ab	103,24a
TSKC x (LCR x TR) - 040	212,89a	2,10ab	0,123a	85,89b
TSKC x (LCR x TR) - 059	186,33ab	1,66ab	0,086b	102,51a
TSKFL x TRBK - 030	198,75ab	1,78ab	0,091ab	97,23ab
TSKC x TRBK - 007	176,33b	1,63b	0,083b	110,21a
TSKC x CTARG - 019	193,33ab	1,71ab	0,092ab	98,09ab

TSKC x CTTR - 012	189,58ab	2,27a	0,104ab	95,61ab
TSKFL x CTTR – 013	194,83ab	2,06ab	0,112ab	94,52ab

Médias seguidas da mesma letra minúscula, entre linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); HTR = híbrido trifoliado; LCR = limoeiro 'Cravo'; TSKC = tangerineira 'Sunki Comum'; TSKFL = tangerineira 'Sunki da Flórida'; TR = *Poncirus trifoliata*; TRBK = *P. trifoliata* Bencke; CTARG = citrange 'Argentina'; CTTR = citrange 'Troyer'.

Na eficiência intrínseca do uso da água (A/g) (Tabela 2), relacionada a eficiência na absorção de carbono em menores aberturas dos estômatos, destaca-se a limeira ácida Tahiti enxertada nos genótipos HTR – 069, TSKC x (LCR x TR) – 059 e o TSKC x TRBK – 007, se notando os maiores valores médios, o que pode significar um ajuste para otimizar o uso da água, e garantir a formação de assimilados (Taiz et al., 2017).

CONCLUSÕES

A salinidade não afetou as trocas gasosas dos híbridos de *P. trifoliata*;

As maiores trocas gasosas são observadas, principalmente, nos genótipos TSKC x (LCR x TR) – 040, TSKC x CTTR – 012 e HTR – 069.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R. C. A.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D.; SILVA, L. A. Gas exchange of citrus rootstocks in response to intensity and duration of saline stress. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 725-738, 2017.

CGEE – Centro de gestão e estudos estratégicos. A questão da água no Nordeste. Brasília-DF: Agência Nacional de Águas (ANA), 2012, p.104. Disponível em <http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/669/4/A%20quest%C3%A3o%20da%20%C3%A1gua%20no%20Nordeste.pdf>. Acesso em 28 janeiro de 2019.

FAO and ITPS. **Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report**. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 2015. 648 p

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

GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. DE; GOMES FILHO, E. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT Sal, v. 2, 2016, 506p.

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

RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A. de. **Atlas de qualidade da água subterrânea no estado de sergipe com fins de irrigação**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 46 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 6^a ed. 888p., 2017.