

QUENCHING FOTOQUÍMICO EM ‘TAHITI’ ENXERTADA EM CITRANDARINS SOB SALINIDADE DA ÁGUA NA PREFLORAÇÃO

Tainá Alves da Silva¹, Marcos Eric Barbosa Brito², Ivens Hungria da Conceição¹, Ericles David da Silva Nunes¹, Darvina Santana Souza¹, Gabriel Oliveira Martins³

RESUMO: Objetivou-se estudar a fluorescência na fase clara e os rendimentos quânticos da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em Citrandarins sob condições de estresse salino. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Sergipe - UFS, Campus Sertão, SE, compreendendo a aplicação de estresse salino em combinações copa/porta-enxerto de citros na fase de prefloração do primeiro ano, 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 cinco combinações copa/porta-enxerto de citros, correspondentes a limeira ácida ‘Tahiti’, como copa, combinada a cinco variedades de porta-enxerto, sendo o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, três Citrandarins e a tangerineira ‘Sunki Tropical’, todos 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, a fluorescência da clorofila a das plantas em condições de iluminação. Plantas sob salinidade da água até 2,4 dS m⁻¹ possuem maior número de aceptores fotossintéticos abertos; O maior aproveitamento da fluorescência ocorre na tangerineira ‘Sunki Tropical’.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus* spp., fluorescência, eficiência quântica, águas salinas

QUENCHING OF TAHITI GRAFTED ON CITRUS CITRANDARINS UNDER SALINE WATER DURING PREFLORATION STAGE

¹ 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.

² Acadêmico(a) de Agronomia, UFS/Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória – Sergipe.

³ Engenheiro Agrônomo da Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco - ADAGRO, Garanhuns, Pernambuco, e-mail: gaengro@yahoo.com.br

ABSTRACT: In order to study the gas exchange from ‘Tahiti’ acid lime grafted on new varieties of citrus under saline conditions. For it, an experiment was realized in federal University of Sergipe - UFS, Sertão Campus, SE. It were evaluated, using a randomized blocs design with factorial scheme (3x5), relative to three levels of saline water (0,14, 2,4 e 4,8 dS m⁻¹) and five combinations of scion-rootstocks, relative to ‘Tahiti’ acid lime grafted on new rootstocks of citrus from the citrus breeding program, PMG - Citrus, 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. Citrandarins have similar gas exchange, even under salinity; Salinity reduces the net photosynthesis of genotypes, reducing the efficiency in carboxylation.

KEYWORDS: *Citrus* spp., fluorescence, quantic efficiency, saline waters.

INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos fatores abióticos que mais ocasiona problemas às culturas, notadamente em regiões áridas e semiáridas, que ocorre devido o balanço hídrico negativo comum na região (Qadir *et al.*, 2007). Em condições de salinidade, tanto no solo quanto na água, há redução no crescimento, no desenvolvimento e na produção de culturas, em especial àquelas consideradas sensíveis, como os citros (Mass, 1993). Tais efeitos são decorrentes de fatores de ordem osmótica, que reduz o potencial hídrico e capacidade de absorção de água pelas plantas, como os de ordem iônica, relativos a efeito de íons específicos, como o Na, o Cl e o B, além do desbalanço nutricional (Richards, 1954).

Sendo assim, para viabilizar o cultivo de citros em tais condições, pode-se buscar por materiais com potencial tolerância, já que o efeito da salinidade é variável com a espécie, o genótipo e a fase de desenvolvimento (Brito *et al.*, 2015; Barbosa *et al.*, 2017). Sendo que, para a identificação da tolerância dos genótipos, pode-se adotar várias estratégias, entre estas estudar o comportamento fisiológico por meio fluorescência da clorofila (Sá *et al.*, 2018), permitindo identificar se há dano aos tecidos clorofilianos, em especial ao se estudar o rendimento quântico fotoquímico.

Assim, objetivou-se estudar fluorescência na fase clara e os rendimentos quânticos da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em novas variedades de citros 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 Nossa Senhora da Glória, no 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. cinco combinações copa/porta-enxerto (genótipos), relativos à limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em cinco variedades de porta-enxerto, todos provenientes do programa de melhoramento genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo eles o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCRSTC), os citrandarins ‘Indio’, ‘Riverside’ e ‘San Diego’ e a tangerineira ‘Sunki Tropical’.

Unindo-se os fatores, tem-se, como resultados, 15 tratamentos (3 tipos de água salina x 5 combinações copa/porta-enxerto), repetidos em 4 blocos, sendo cada parcela constituída por uma planta útil, totalizando 60 parcelas. Ressalta-se que a distinção entre os tipos de água foi realizada após 30 dias do transplante, quando se iniciou as avaliações de crescimento e fisiológicas.

Os genótipos foram transplantados em lisímetros de 60 L, preenchimento com solo peneirado. As irrigações com os tipos de água foram realizadas diariamente via gotejamento, instalado nos lisímetros. O manejo nutricional seguiu as recomendações propostas em Mattos Junior et al., (2005), e foram adotados os demais cuidados no controle de ervas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças, normalmente recomendados na produção cítricas.

Aos 90 dias após o transplante (DAT), avaliou-se a fluorescência da clorofila *a*, usando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; a priori, foi usado o protocolo OJIP, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência após a adaptação ao escuro, seguida pela determinação fluorescência em condições de claro, usando-se do protocolo Yield, para obter as variáveis: Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F’), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm’), eficiência quântica do fotossistema II (YII), Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (Fo’), o coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo Lake (qL), o rendimento quântico de

extinção fotoquímica regulada (Y_{NPQ}), e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) (Oxborough e Baker, 1997; Kramer et al., 2004).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado o teste de agrupamento de médias (Scott e Knott até 5% de probabilidade) para o fator combinação copa/porta-enxerto, entre os tipos de água realizado o teste de Tukey ($p < 0,05$), ambos usando o SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se a fluorescência da clorofila na fase clara, nota-se, por meio da análise de variância disposta na Tabela 1, diferenças entre os genótipos na fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o') e efeito da salinidade no coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo Lake (qL). Não sendo verificado, porém, efeito dos fatores nos rendimentos quânticos (Y , Y_{NO} e Y_{NPQ}), o que pode significar que, embora a salinidade tenha afetado o qL , não ocasionou, até os 90 dias após o transplante, dano ao aparato fotossintético.

Tabela 1. Resumo da análise de variância relativo fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m'), eficiência quântica do fotossistema II (Y_{II}), fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o'), rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}), rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada (Y_{NPQ}) e coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo Lake (qL) das combinações copa/porta-enxerto de citros sob salinidade da água aos 90 dias após o transplante. Nossa Senhora da Glória, SE, 2019.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		F'	F_m'	Y	F_o'	Y_{NO}	Y_{NPQ}	qL
Bloco	3	17464 ^{**}	12371 ^{ns}	0,0599 [*]	2090 ^{ns}	0,0025 ^{**}	0,0457 [*]	9,681 ^{**}
Genótipo (Gen)	4	2833 ^{ns}	16000 [*]	0,0094 ^{ns}	4839 [*]	0,0013 ^{ns}	0,0126 ^{ns}	0,093 ^{ns}
Salinidade (Sal)	2	2731 ^{ns}	8893 ^{ns}	0,0462 ^{ns}	2663 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0443 ^{ns}	3,588 [*]
Gen x Sal	8	2246 ^{ns}	5452 ^{ns}	0,0101 ^{ns}	1699 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0098 ^{ns}	0,849 ^{ns}
Erro		2189	5805	0,1540	1624	0,0005	0,0140	0,810
CV (%)		27,2	23,4	26,9	17,83	31,33	25,45	37,3
Média		172,2	325,9	0,46	226,0	0,074	0,46	2,41

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

Por outro lado, a menor média foi observada na Sunki Tropical, sendo o genótipo que aproveitou a maior quantidade de luz radiada. Quando se estuda o coeficiente de extinção fotoquímica em função dos níveis de salinidade, nota-se que os maiores valores são observados nas plantas irrigadas com águas de 2,4 dS m^{-1} , sem diferença, porém, para àquelas irrigadas com água de menor salinidade 0,14 dS m^{-1} (Tabela 2).

Sabendo que o qL representa a fração aberta dos centros de reação do fotossistema II (Taiz et al., 2015), ou seja, a fração passível de receber energia luminosa e ativar elétrons, as plantas destes tratamentos estavam em uma condição de maior potencial realização de fotossíntese, o que é interessante, pois pode significar uma adaptação ao estresse.

Tabela 2. Testes de comparações de média, Tukey ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto de citros (Genótipos) relativo à Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o') e entre níveis de salinidade para o coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo Lake (qL) estudados aos 90 dias após o transplante. Nossa Senhora da Glória, SE, 2019.

Genótipos	F_o'	Salinidade	qL
LCRSTC	233.45 ^{ab}	0,14	2,46 ^{ab}
Citrandarin Índio	241.28 ^a	2,4	2,80 ^a
Citrandarin Riverside	239.89 ^a	4,8	1,96 ^b
Citrandarin San Diego	222.94 ^{ab}		
Tangerineira Sunki Tropical	192.50 ^b		

Médias seguidas da mesma letra minúscula entre linha não diferem, estatisticamente, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LCRSTC = limoeiro 'Cravo Santa Cruz'.

CONCLUSÕES

Plantas sob salinidade da água até 2,4 dS m⁻¹ possuem maior número de aceptores fotossintéticos abertos;

O maior aproveitamento da fluorescência ocorre na tangerineira Sunki Tropical.

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.

BRITO, M.E.B.; SILVA, E. C. B. DA; FERNANDES, P. D.; SOARES FILHO, W. DOS S.; COELHO FILHO, M. A.; SÁ, F. V.S.; MELO, A. S. DE; BARBOSA, R.C.A. Salt balance in the substrate and growth of "Tahiti" acid lime grafted onto 'Sunki' mandarin hybrids under salt stress. *Australian Journal of Crop Science*, v.9, p. 954-961, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. New fluorescence parameters for determination of QA redox state and excitation energy fluxes. *Photosynthesis Research* v. 79, p. 209-218, 2004.

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

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

OXBOROUGH, K.; BAKER, N.R. An instrument capable of image chlorophyll a fluorescence from intact leaves at very low irradiance and at the cellular and subcellular levels of organization. *Plant, Cell and Environment*, v.20, p.1473-1483, 1997.

QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D.; SAHRAWAT, K.L. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advances in Agronomy*, v.96, p.197-247, 2007.

Richard L.A, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Édit. US Department of Agriculture, Agricultural Handbook n°60, Washington (USA), 160 p.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; SOARES FILHO, W. S.; FIGUEIREDO, L. C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Growth and physiology of citrus rootstocks under salt stress. *Bioscience Journal*, v. 34, n. 4, p. 907-916, 2018.