

## QUENCHING FOTOQUÍMICO EM 'TAHITI' ENXERTADA EM HÍBRIDOS DE TRIFOLIATA SOB SALINIDADE DA ÁGUA NA PREFLORAÇÃO

Ericles David da Silva Nunes<sup>1</sup>, Darvina Santana Souza<sup>1</sup>, Marcos Eric Barbosa Brito<sup>2</sup>, Tainá Alves da Silva<sup>1</sup>, Adila Natália Franças de Almeida<sup>1</sup>, Fellype Abreu Barros<sup>1</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se estudar a fluorescência na fase clara e os rendimentos quânticos da limeira ácida Tahiti enxertada em híbridos de *Poncirus trifoliata* sob condições de estresse salino durante a fase de prefloração do primeiro ano. 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 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<sup>-1</sup>), que foram aplicados em oito combinações entre a limeira ácida 'Tahiti', como copa, e oito híbridos de *P. trifoliata*, 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 96 parcelas. Avaliou-se, aos 90 DAT, a fluorescência da clorofila a das plantas em condições de iluminação. Os híbridos de *P. trifoliata*, até os 90 dias após o transplante, não sofreram danos em seus fotossistemas II pela salinidade.

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

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

**ABSTRACT:** In order to study the fluorescence in the light phase and the quantum yields of Tahiti acide lime grafted on new citrus genotypes under saline conditions. An experiment was realized at the Federal University of Sergipe - UFS, Sertão Campus, SE, comprising the

<sup>1</sup> Acadêmico(a) de Agronomia, UFS/Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória – Sergipe.

<sup>2</sup> 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.

application of saline stress in citrus scion-rootstock combinations during pre-flowering phase in first year, with stress in the period from 30 until 90 days after transplantation (DAT), considering the natural conditions of water balance. Thus, two factors were studied, three salinity levels of irrigation water (0.14, 2.4 and 4.8 dS m<sup>-1</sup>), which were applied in eight combinations between the 'Tahiti' acid lime as scion and eight trifoliolate hybrids, all coming from the citrus breeding program, PMG - Citros, from Embrapa Cassava and Fruit, being repeated in four blocks, with one plant per plot, making 96 plots. At 90 DAT, the chlorophyll a fluorescence was evaluated under lighting conditions. The *P. trifoliata* hybrids, under salinity until 90 days after transplantation, did not suffer damage in their photosystem II.

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

## INTRODUÇÃO

O cultivo de citros na região nordeste do Brasil representa a geração de emprego e renda, todavia, a produtividade da cultura é baixa, em torno de 14,2 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2019), tendo em vista o potencial da cultura, que pode chegar a 40 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2014). O que é relacionado ao uso de porta-enxertos com baixa produção ou mesmo o baixo uso de tecnologias aplicadas, fazendo-se necessário, por exemplo, o uso da irrigação, já que se tem um déficit hídrico natural durante o ano.

Por outro lado, nessa região, tem-se, ainda, que a maioria das águas disponíveis no subsolo possuem altas concentrações de sais (Resende et al., 2009), sendo a salinidade 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).

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).

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 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<sup>-1</sup>, água de poço tubular diluída até a CEa de 2,4 dS m<sup>-1</sup> e água de poço tubular diluída até a CE de 4,8 dS m<sup>-1</sup>, 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.

**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’.

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<sup>-1</sup>, 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.

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) 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 (YNPQ), e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (YNO) (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 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, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verifica-se, conforme análise de variância (Tabela 1), que não houve efeito da interação entre os fatores (genótipos x salinidade) na fluorescência da clorofila a medida em condições de adaptação à luz. Ainda, não foi verificado efeito isolado da salinidade da água ou mesmo diferenças entre os genótipos.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância relativo a fluorescência inicial antes do pulso de saturação ( $F'$ ), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante ( $Fm'$ ), eficiência quântica do fotossistema II ( $Y_{II}$ ), fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado ( $Fo'$ ), 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 (genótipo) sob os tipos de água (salinidade) aos 90 dias após o transplante. Nossa Senhora da Glória, SE, 2019.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		$F'_{\ddagger}$	$Fm'_{\ddagger}$	$Y_{\ddagger}$	$Fo'_{\ddagger}$	$Y_{NO_{\ddagger}}$	$Y_{NPQ_{\ddagger}}$	$qL_{\ddagger}$
Bloco	3	37.787**	31.662**	0.0239**	11.466**	0.000972**	0.0183**	1.369**
Genótipo (Gen)	7	1.449 <sup>ns</sup>	9.072 <sup>ns</sup>	0.0044 <sup>ns</sup>	3.315 <sup>ns</sup>	0.000035 <sup>ns</sup>	0.0042 <sup>ns</sup>	0.077 <sup>ns</sup>
Salinidade (Sal)	2	0.039 <sup>ns</sup>	0.240 <sup>ns</sup>	0.0005 <sup>ns</sup>	0.107 <sup>ns</sup>	0.000025 <sup>ns</sup>	0.0004 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>
Gen x Sal	14	3.118 <sup>ns</sup>	6.379 <sup>ns</sup>	0.0013 <sup>ns</sup>	1.903 <sup>ns</sup>	0.000153 <sup>ns</sup>	0.0012 <sup>ns</sup>	0.034 <sup>ns</sup>
Erro	69	4.074	6.441	0.0032	2.521	0.000223	0.0026	0.068
CV (%)		15,47	14,54	4,75	10,83	1,44	4,16	14,81
Média		13,04 (173,84)	17,45 (310,86)	1,19 (0,42)	14,66 (216,54)	1,03 (0,08)	1,22 (0,49)	1,76 (2,22)

ns = não significativo; \* e \*\* significativos aos níveis de 5 % e 1 %, respectivamente; CV = Coeficiente de variação; GL = grau de liberdade;  $\ddagger$  médias transformadas em  $\sqrt{x+1}$

Como a avaliação ocorreu aos 90 dias após a transplante, possivelmente, até este período, não se tinha um efeito notório da salinidade nos tecidos fotossintéticos. Salienta-se que a fluorescência medida em condições de adaptação à luz permite distinguir a capacidade do tecido em absorver a luz e a transformar em energia de excitação de elétrons. A exemplo, os valores de  $qL$  estão relacionados ao número de aceptores primários em condições de redução, ou seja, aptos a receber a luz, enquanto os rendimentos quânticos fotoquímicos (regulados ou não) ( $Y$ ,  $Y_{NO}$  e  $Y_{NPQ}$ ), permitem inferir sobre as perda de energia na forma de calor, sendo assim, a não observância de diferenças significa que as plantas destes genótipos não estavam em uma condições de estresse que possibilitasse o dano ao aparato fotossintético.

## CONCLUSÕES

Os híbridos de *P. trifoliata*, até os 90 dias após o transplante, não sofreram danos em seus fotossistemas II pela salinidade.

## 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.

FAO - **Statistical yearbook. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00>> acesso em: 15 out. 2016.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Levantamento Sistemático da produção agrícola: junho de 2019. <<http://www.ibge.gov.br>> acesso em: 11 de Julho de 2019.

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.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D. de; PIO, R.S; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**, Campinas, Instituto Agrônômico 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.

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.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; Moller. F, M; Murphy. A; Fisiologia e desenvolvimento vegetal 6. ed.  
Porto Alegre: Artmed, 2015. 821p.