

QUENCHING FOTOQUÍMICO EM 'TAHITI' ENXERTADA EM CITRANDARINS SOB SALINIDADE DA ÁGUA NA FASE REPRODUIVA

Larissa Lorrane dos Santos¹, Evillyn Alexandra da Silva Santos¹, Gabriel Oliveira Martins¹,
Stefane Silva Santos¹, Raimundo Rodrigues Melo Neto¹, Marcos Eric Barbosa Brito²

RESUMO: Objetivou-se avaliar a fluorescência da clorofila “a na fase clara e os rendimentos quânticos da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em variedades sob condições de estresse salino. Para tal, realizou-se um experimento na Universidade Federal de Sergipe - UFS, Campus Sertão, Sergipe, dispostos em quatro blocos casualizados, organizados a partir de parcela subdividida, onde a parcela correspondia a combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ como copa e cinco variedades como porta- enxerto, todas provenientes do programa de melhoramento genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo elas, o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCRSTC) (*C. limonia* Osbeck), os citrandarins ‘Indio’, ‘Riverside’ e ‘San Diego’ e, ainda, a tangerineira ‘Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] Tropical’. A subparcela foi composta de três níveis de salinidade da água irrigação (0,14, 2,4 e 4,8 dS m⁻¹), os quais foram aplicados nas plantas de citros a partir dos 30 dias após o transplante (DAT) e perdurou até os 270 DAT, quando avaliou-se, a fluorescência da clorofila ³a das plantas em condições de iluminação, constatando-se que a salinidade da água não ocasionou efeitos significativos em sua fisiologia, e o seu aparato fotossintético não sofreu danos.

PALAVRAS-CHAVE: Clorofila, *Citrus* spp., tolerância

PHOTOCHEMICAL QUENCHING IN 'TAHITI' GRAFTED IN CITRANDARINS UNDER WATER SALINITY IN THE REPRODUCIBLE PHASE

ABSTRACT: The aim was to evaluate the fluorescence of chlorophyll *a* in the light phase and the quantum yields of 'Tahiti' acid lime grafted in varieties under saline stress conditions. To this end, an experiment was carried out at the Universidade Federal de Sergipe - UFS,

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

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

Campus Sertão, Sergipe, arranged in four randomized blocks, organized from a subdivided plot, where the plot corresponded to combinations between the 'Tahiti' acid lime as scion and five varieties as rootstock, all from the citrus genotype breeding program (PMG-Citros) of Embrapa Mandioca e Fruticultura, which are, Santa Cruz Rangpur lime (LCRSTC) (*C. limonia* Osbeck), the citrandarins 'Indio', 'Riverside' and 'San Diego' and also the Sunki Tropical tangerine [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka]. The subplot was composed of three salinity levels for irrigation water (0.14, 2.4 and 4.8 dS m⁻¹), which were applied to citrus plants from 30 days after transplantation (DAT) and it lasted until 270 DAT, when it was evaluated, the fluorescence of chlorophyll and that of plants under lighting conditions, verifying that the salinity of the water did not cause significant effects on its physiology, and its photosynthetic apparatus was not damaged.

KEYWORDS: Chlorophyll, *Citrus spp.*, tolerance

INTRODUÇÃO

As plantas cítricas são originárias do sudeste asiático, e fazem parte de vários gêneros, a exemplo do *Citrus* (L.) da *Fortunella* (Swing.), do *Poncirus* (Raf.), entre outras que estão na família Rutaceae (SWINGLE & REECE, 1967; SCORA, 1975). Os pomares de citros estão distribuídos em diversas localidades, no Brasil estão concentrados especialmente nas regiões Sudeste e Nordeste (IBGE, 2019).

Em regiões semiáridas como o Nordeste, o acúmulo de sais, a exemplo do Na⁺ e Cl⁻, tem causado alterações nas plantas, especialmente pela redução do potencial osmótico devido a um maior desequilíbrio iônico no solo, o que reduz a absorção de alguns nutrientes, principalmente K⁺ e Ca⁺ (ARAUJO et al., 2016). Em condições de salinidade pode ocorrer reduções no crescimento e mudanças na fisiologia da planta, especialmente no processo fotossintético, devido alterações na eficiência fotoquímica (TAIBI et al., 2016).

Tais modificações podem ser utilizadas como uma ferramenta para identificar genótipos e mecanismos de tolerância à salinidade (SILVA et al., 2014), já que o seu efeito é variável entre espécies e fases de desenvolvimento (BRITO et al., 2015). Diante disso, este estudo objetivou-se avaliar o efeito da salinidade sobre a fase clara da clorofila *a* na limeira ácida 'Tahiti' enxertada em variedades de citros.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na fazenda experimental do Campus do Sertão, da Universidade Federal de Sergipe, localizada no município de Nossa Senhora da Glória- SE (10°12'18" de latitude S e 37°19'39" de longitude W e altitude de 294 m). Em uma região que segundo a classificação de Koopen possui clima do tipo Aw (Tropical com estação seca), onde a evapotranspiração é superior a precipitação.

Para tal, foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, onde os tratamentos foram dispostos numa parcela subdividida. Observando-se na parcela cinco combinações de copa/porta-enxerto (genótipos) pertencentes à limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus xlatifolia* (Yu Tanaka) Tanaka] enxertada em cinco variedades de porta-enxerto, todas provenientes do programa de melhoramento genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo elas, o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) (*C. limonia* Osbeck), os citrandarins 'Indio', 'Riverside' e 'San Diego' e, ainda, a tangerineira 'Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] Tropical'.

Na subparcela, 3 níveis de salinidade da água de irrigação, onde a primeira era proveniente do Rio São Francisco com condutividade elétrica (CEa) de 0,14 dS m⁻¹, e as demais a partir de misturas da água de poço tubular, o qual possuía uma CEa de 30 dS m⁻¹ com a água do Rio São Francisco até ficarem na condutividade de 2,4 dS m⁻¹, e 4,8 dS m⁻¹.

Ao total foram obtidos 15 tratamentos (5 combinações copa/porta-enxerto x 3 níveis de salinidade da água), dispostos em 4 blocos, sendo a unidade experimental composta por uma planta útil, totalizando 60 parcelas. As plantas foram transplantadas e cultivadas em lisímetros de 60 L, nos quais foram preenchidos com uma camada de 4 cm de brita, seguida por uma camada de solo de 17 cm de altura, posteriormente outra camada de 17 cm de solo, na qual inclui 10 L de esterco, sendo assim, cada lisímetro foi preenchido com 45 Litros de solo e 10 Litros de esterco bovino, totalizando 55 Litros.

As irrigações foram realizadas com base no método do balanço hídrico, de forma a repor o consumo médio diário das plantas, utilizando um sistema de irrigação por gotejamento instalado nos lisímetros. O manejo nutricional, controle de plantas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças seguiu as recomendações propostas por (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Aos 270 dias após o início do estresse salino foi avaliado a fluorescência da clorofila *a* em condições de iluminação, para tal, usou o protocolo 'Yield', aplicando-se uma fonte de iluminação actínica com pulso multi flash saturante, acoplado a um clipe de determinação da

radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) afim de determinar as variáveis: Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm') e eficiência quântica do fotossistema II $Y(II)$. A partir destes resultados, determinou-se a 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) usando metodologias descritas em (OXBOROUGH & BAKER, 1997) e (KRAMER et al., 2004).

Os dados levantados foram avaliados por meio de análise de variância pelo teste 'F' ($p \leq 0,05$) utilizando software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fluorescência corresponde a emissão de radiação na região do visível pela clorofila, ou seja, o processo de troca de energia, porém nem toda essa energia é convertida em energia química, gerando o retorno de parte dos elétrons e a perda dessa energia na forma de calor ou fluorescência (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Conforme análise de variância disposta na tabela 1, verifica-se que não houve efeito significativo sobre os fatores isolados, bem como na interação entre os fatores (genótipos x salinidade) na fluorescência da clorofila *a* medida em condições de iluminação.

Tabela 1. Resumo da análise de variância relativa da fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm') e eficiência quântica do fotossistema II $Y(II)$, Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (Fo'), coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL), rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada $Y(NPQ)$, e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada $Y(NO)$ das combinações copa/porta-enxerto de citros sob salinidade da água aos 270 dias após o início do estresse salino. Nossa Senhora da Glória, SE, 2020.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO						
		F'^{\dagger}	Fm'^{\dagger}	$Y(II)$	FO'	qL	$Y(NPQ)$	$Y(NO)^{\dagger}$
Bloco	3	49,3557**	59,5488**	0,0398 ^{ns}	20691,43**	6,554*	0,0228 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Gen.	4	6,9673 ^{ns}	10,2661 ^{ns}	0,0123 ^{ns}	1829,699 ^{ns}	1,6566 ^{ns}	0,0114 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Erro 1	12	4,3759	9,0252	0,0196	1905,660	1,1673	0,0169	0,0004
Sal	2	0,0288 ^{ns}	0,8634 ^{ns}	0,0064 ^{ns}	122,1339 ^{ns}	2,1794 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	0,00001 ^{ns}
Gen x Sal	8	4,8108 ^{ns}	6,7138 ^{ns}	0,0081 ^{ns}	828,440 ^{ns}	0,7111 ^{ns}	0,0573 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Erro 2	30	7,5631	6,4370	0,0141	1014,996	1,5083	0,00899	0,0006
CV 1 (%)		18,34	16,08	22,57	20,28	34,43	41,60	2,89
CV 2 (%)		24,11	13,58	19,12	14,80	39,14	30,27	3,41
Média		11,34 (137,85)	18,67 (357,95)	0,62126	215,224	3,1381	0,3133	0,751 (0,06)

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5 % e 1 %, respectivamente; CV = Coeficiente de variação; GL= grau de liberdade; Gen = Genótipos (copa/ Porta-enxerto); Sal = salinidade.

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) ($Y(II)$, YNO e YNPQ), permitem inferir sobre as perdas de energia na forma de calor. Assim, como não houve significância na fluorescência da clorofila *a* medida em

condições de luz (Tabela 1), é possível afirmar que até este período, não se tem dano notório da salinidade no aparato fotossintético das variedades, nem tão pouco houve necessidade de perder mais energia via calor para regulação do processo fotoquímico.

CONCLUSÕES

As variedades de citros enxertadas sobre a limeira ácida ‘Taiti’, até os 270 dias após o transplante, não sofreram danos em seus fotossistemas I e II pela salinidade da água de irrigação.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão; Ao Grupo de Estudos em Salinidade e Irrigação (GESI); Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq; À EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, e EMBRAPA Semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Rev. Ambiente & Água- An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 2, p. 462- 471, 2016.

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, n. 10, 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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da produção agrícola: mar. 2019**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 jul. 2020.

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 Agronômico e Fundag. p. 929, 2005.

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.

SCORA, R.W. On the history and origin of Citrus. Bull. **Torrey Bot Club**, v. 102. p. 369-375, 1975.

SILVA, L. A.; BRITO, M. E. B.; Sá, F. V. S.; MOREIRA, R. C. L.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1-7, 2014.

SWINGLE, W.T.; REECE, P.C. The botany of citrus and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California, v. 1, p. 190-430, 1967.

TAIBI, K.; TAIBI, F.; ABDERRAHIM, L. A; ENNAJAH, A.; BELKHODJ, A. M.; MULET, J. M. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. **South African Journal of Botany**, v. 105, p. 306-312, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; Moller. F, M; Murphy. A; **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 821, 2017.