

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DA CLOROFILA EM ‘TAHITI’ SOBRE VARIEDADES DE CITROS E SALINIDADE NA FASE REPRODUTIVA

Dameres Francisco Correia Nascimento¹, Gabriel Martins Oliveira², Raimundo Rodrigues
Melo Neto¹, Alesson Souza Silva¹, Tainá Santos Silva¹, Marcos Eric Barbosa Brito³

RESUMO: Objetivou estudar a fluorescência da clorofila após a adaptação ao escuro em combinações copa/porta-enxertos de citros sob irrigação com águas salinas, visando identificar genótipos com manutenção do potencial fotoquímico, mesmo sob estresse, além das alterações ocasionadas pela salinidade na fluorescência das plantas. Para tanto, realizou-se um experimento na Universidade Federal de Sergipe - UFS, Campus do Sertão, SE, estudando-se, usando esquema de parcela subdividida, cinco combinações copa/porta-enxertos, correspondentes a combinação entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e variedades recomendadas como porta-enxertos de citros, todas provenientes do programa de melhoramento genético de citros, PMG – Citros, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, como parcela, e três níveis de salinidade da água de irrigação (0,14, 2,4 e 4,8 dS m⁻¹), na sub parcela, totalizando 15 tratamentos, que foram repetidos em quatro blocos, com o estresse iniciado aos 30 dias após o transplante (DAT), perdurando durante o primeiro ano de produção. A avaliação da fluorescência da clorofila *a* das plantas em condições de adaptação ao escuro foi realizada aos 270 DAT. Estudando-se a fluorescência da clorofila *a*, observou-se que não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação para todas as variáveis analisadas, indicando que não ocorreram danos no aparelho fotossintético.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus* spp., estresse salino, fluorescência

PHYSIOLOGY OF CITRUS CANOPY/GRAFTING COMBINATIONS UNDER WATER SALINITY IN THE REPRODUCTIVE PHASE

ABSTRACT: The objective of this study the fluorescence of chlorophyll after adaptation to the dark in combinations of citrus crown/rootstock under irrigation with saline water, in order

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

² Mestrando em Recursos Hídricos do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) – UFS/Campus São Cristóvão – Sergipe. Engenheiro Agrônomo da Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco – ADAGRO, Garanhuns, Pernambuco, e-mail: gaengro@yahoo.com.br

³ Doutor, Professor Universidade Federal de Sergipe – UFS/Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória – Sergipe. Bolsista de CNPq, e-mail: marcosericbb@yahoo.com.br

to identify genotypes with maintenance of photochemical potential, even under stress, in addition to changes caused by salinity in the fluorescence of plants. To this end, an experiment was carried out at the Federal University of Sergipe - UFS, Campus do Sertão, SE, studying, using subdivided plots, five crown/rootstock combinations, corresponding to the combination between the acid Tahiti' Primer and recommended varieties as rootstock of the citrus, all from the citrus genetic improvement program, PMG - Citros, from Embrapa Manioc and Fruticultura, as parcel, and three levels of salinity of irrigation water (0.14, 2.4 and 4.8 dS m⁻¹) in the sub parcel, totaling 15 treatments, which were repeated in four blocks, with the stress beginning at 30 days after transplantation (DAT), during the first year of production. The evaluation of the chlorophyll fluorescence of the plants under conditions of adaptation to the dark was performed at 270 DAT. Studying the fluorescence of chlorophyll a, it was observed that there was no significant effect of the salinity of the irrigation water for all the analyzed variables, indicating that no damage occurred in the photosynthetic device.

KEYWORDS: *Citrus* spp., saline stress, fluorescence

INTRODUÇÃO

O Nordeste é um grande produtor de lima ácida 'Tahiti' [*Citrus xlatifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], conhecida no Brasil como limão 'Tahiti'. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, os Estados da Bahia e de Sergipe estão entre os principais produtores nacionais da fruta, figurando na segunda e quinta posição, respectivamente (IBGE, 2019). Apesar do ótimo desempenho nacional, a região Nordeste possui baixas produtividades, cerca de 14,2 t ha⁻¹ (IBGE, 2019). Tal situação pode ser relacionada a limitação hídrica da região, tanto de forma direta, com o déficit hídrico, quanto de forma indireta, com o acúmulo de sais na água e no solo. A salinidade, tanto do solo quanto da água, reduz a capacidade produtiva das plantas, principalmente em plantas cítricas, consideradas sensíveis ao estresse salino, possuindo uma salinidade limiar de 1,4 dS m⁻¹ no extrato de saturação e 1,1 dS m⁻¹ na água (MAAS, 1993). Por outro lado, o efeito da salinidade é variável com a espécie, o genótipo e a fase de desenvolvimento da cultura (BRITO et al., 2015; BARBOSA et al., 2017), desta forma, se pode obter maiores produtividades nessas regiões com o uso de materiais com potencial tolerância à salinidade. Uma das estratégias, para a identificação da tolerância dos genótipos, é o estudo do comportamento fisiológico através da fluorescência da clorofila (SÁ et al., 2018), permitindo identificar se há dano aos tecidos clorofilianos, em especial ao se examinar o rendimento quântico fotoquímico. Assim, objetivou-se estudar a fluorescência após adaptação ao escuro,

bem como os rendimentos quânticos da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em diferentes variedades de citros sob irrigação com três tipos de água na fase reprodutiva do primeiro ciclo de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental do Campus do Sertão, da Universidade Federal de Sergipe, localizada na cidade de Nossa Senhora da Glória (10°12’18” de latitude S e 37°19’39” de longitude W e altitude de 294 m), região do alto sertão sergipano.

Usou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos dispostos em parcela subdividida, onde:

A - Parcela: Cinco combinações copa/porta-enxerto (genótipos), relativas à limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em cinco genótipos de porta-enxerto, todos provenientes do programa de genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, selecionados em virtude de estudos estando descritos na Tabela 1. B - Subparcela: Três níveis de salinidade da água de irrigação, (CEa): S1= 0,14 dS m⁻¹ - água proveniente do Rio São Francisco; S2= 2,4 dS m⁻¹ - mistura de águas de poço tubular e com as do Rio São Francisco e S3= 4,8 dS m⁻¹ água natural de poço tubular.

Tabela 1. Relação de genótipos a serem estudados sob tipos de água de irrigação durante a fase inicial de produção em lisímetros. Nossa Senhora da Glória, SE, 2020.

Nº	Genótipos
1	Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’
2	Citrandarin ‘Indio’
3	Citrandarin ‘Riverside’
4	Citrandarin ‘San Diego’
5	Tangerineira ‘Sunki Tropical’

Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck); tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka].

Como resultado, obteve-se 15 tratamentos (cinco combinações copa/porta-enxerto x três tipos de água), que foram repetidos em quatro blocos, sendo a unidade experimental composta por uma planta útil, totalizando 60 parcelas. As plantas de citros foram cultivadas em lisímetros de 60 L, os quais foram preenchidos com 4 cm de altura de brita, 17 cm de solo (ARGISSOLO vermelho amarelo) e uma última camada 17 cm de solo, na qual incluiu-se 10 L de esterco bovino. As irrigações, conforme os tipos de água, foram realizadas a cada dois dias (turno de rega de 48h) com uso de sistema de irrigação por gotejamento instalado nos lisímetros. A fluorescência da clorofila *a*, foi analisada utilizando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; empregando o protocolo OJIP, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência: Fluorescência inicial (O), a fluorescência transiente J (J), a

fluorescência transiente I (I) e a fluorescência máxima (P). A partir destes dados, calculou-se a fluorescência variável através da subtração $F_v = P - O$, e máxima eficiência quântica do fotossistema II, através da divisão F_v/P (GENTY et al., 1989); tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período de 40 minutos, usando-se de um clipe do equipamento, garantindo que todos os aceptores primários estivessem oxidados, isto é, os centros de reação estivessem abertos. Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado o teste de agrupamento de médias (Scott-Knott, até 5% de probabilidade) para o fator combinação copa/porta-enxerto, e teste de médias (Tukey, $p \leq 0,05$) entre os tipos de água, ambos usando o SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da fluorescência inicial (O) é, segundo HIPKINS & BAKE (1986), um valor de referência para determinação das outras variáveis da fluorescência, esse valor pode ser alterado por estresses que causam alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos do PSII (BAKER, 2008), nesse caso, causados pelo aumento na concentração de sais presentes na água de irrigação. Estudando-se a fluorescência da clorofila *a*, observou-se que não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação em nenhuma das variáveis analisadas. O genótipo e a interação genótipos x salinidade também não influenciaram, significativamente, as variáveis analisadas (Tabela 2). Isso indica que não ocorreu danos no aparelho fotossintético e nem perdas de eficiência quântica do fotossistema II das combinações copa/porta-enxerto de citros. O valor para relação FV/P foi de 0.78, indicando que não houve fotoinibição, pois, segundo Critchley (1998), para ocorrer esse valor teria que ser inferior a 0.725.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente aos dados de fluorescência da clorofila na fase escura, fluorescência inicial (O), fluorescência transiente (J), fluorescência transiente (I), fluorescência máxima (P), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/P) das combinações copa/porta-enxerto de citros sob salinidade da água. Nossa Senhora da Glória, SE, 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		O	J	I	P	Fv	F_v/P
Bloco	3	47818.20**	146815.11**	314021.62**	820001.64 ^{ns}	491954.78**	0.0009 ^{ns}
Genótipos	4	678.02 ^{ns}	4208.94 ^{ns}	7856.11 ^{ns}	41692.96 ^{ns}	32343.07 ^{ns}	0.00003 ^{ns}
Erro 1	12	1404.71	13010.93	41865.52	62531.77	57385.22	0.0007
Salinidade	2	1587.92 ^{ns}	2011.32 ^{ns}	5971.67 ^{ns}	12724.85 ^{ns}	10104.27 ^{ns}	0.0003 ^{ns}
Gen x Sal	8	1473.25 ^{ns}	11635.75 ^{ns}	41830.96 ^{ns}	76206.74 ^{ns}	62817.45 ^{ns}	0.0004 ^{ns}
Erro 2	30	1601.43	93339.67	24530.19	52258.34	48621.75	0.0007
Cv 1		8.35	13.35	15.93	11.88	14.46	3.30
Cv 2		8.92	11.31	12.20	10.86	13.31	3.50
Média		448.63	854.53	2558372.18	2105.00	1656.37	0.78

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.

CONCLUSÕES

A salinidade não causou danos ao aparelho fotossintético e nem perdas de eficiência quântica do fotossistema II nas combinações copa/porta-enxerto de citros estudadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq pelo auxílio à pesquisa, via edital Universal; À EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, e Semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 89-113, 2008.
- 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.
- CRITCHLEY, C. Photoinhibition. In: RAGHAVENDRA, A. S. **Photosynthesis: a comprehensive treatise**. Cambridge: Cambridge University, 1998. Chap.20, p.64-272
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GENTY, B.; BRIANTAIS J. M.; Baker, N. R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochim Biophys Acta**, v. 990, p. 87–92, 1989.
- HIPKINS, M. F.; BAKER, N. R. In: HIPKINS, M. F.; BAKER, N. R. (Eds.). **Photosynthesis-energy transduction: a practical approach**. Oxford: IRL, 1986. 51p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal. Laranja, limão e tangerina**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2019.

Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 04 jun. 2020.

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

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.