



INFLUÊNCIA DA SALINIDADE DA ÁGUA E DO MODO DE IRRIGAÇÃO NO TEOR DE CLOROFILA TOTAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS

F. Í. F. de Oliveira¹, W. J. F. de Medeiros², R. dos S. Braz², C. F. de Lacerda³, C. H. C. de Sousa⁴, A. L. R. Neves⁴

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência do aumento da salinidade crescente da água e do modo de irrigação no teor de clorofila total de quatro espécies ornamentais. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no campus universitário do Pici, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, seis níveis crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação nas parcelas (0,6; 1,2; 1,8; 2,4; 3,0 e 3,6 dS m⁻¹), dois modos de irrigação nas subparcelas (irrigação localizada e irrigação não localizada) e quatro espécies ornamentais nas subsubparcelas (*Catharanthus roseus*; *Allamanda cathartica*; *Ixora coccinea* e *Duranta erecta*). As plantas foram avaliadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos, as leituras foram realizadas em três folhas por planta, localizadas no terço médio das plantas. Observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) das fontes de variação e de suas interações sobre o teor de clorofila total das plantas ornamentais. A espécie *Duranta erecta* foi a que apresentou maior decréscimo relativo com o aumento da salinidade, tanto no modo de irrigação localizado (20,7%), quanto no modo de irrigação não localizado (24,9%). O aumento na condutividade elétrica da água de irrigação afeta negativamente o teor de clorofila total das espécies ornamentais, independente do modo de irrigação utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Índice Spad, estresse salino, espécies ornamentais.

PRODUCTION OF DRY MATTER OF ORNAMENTAL PLANTS IRRIGATED WITH SALINE WATER

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of increasing salinity of water and irrigation mode on the total chlorophyll content of four ornamental species. The experiment was conducted in a greenhouse at the Pici campus, Federal University of Ceará,

¹ Doutorando, PPGCS/UFRPE. Recife – Pernambuco. Email: italooliveiraufpb@gmail.com;

² Doutorandos, PPGCS/UFC. Fortaleza – Ceará. Email: juliamedeirosagro@gmail.com; regismta@bol.com.br;

³ Doutores, Professor Associado, PPGEA/UFC. Fortaleza – Ceará. Email: claudivan_@hotmail.com;

⁴ Doutor, PPGEA/UFC. Fortaleza – Ceará. Email: sousaibiapina@yahoo.com.br; leilaneves7@hotmail.com;

Fortaleza, State Ceará, Brazil. The experimental design was a randomized complete block design with four replications, six increasing levels of electrical conductivity of the irrigation water in the plots (0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 and 3.6 dS m⁻¹), two irrigation modes in the subplots (localized irrigation and non-localized irrigation) and four ornamental species in the subsubparcels (*Catharanthus roseus*; *Allamanda cathartica*; *Ixora coccinea* and *Duranta erecta*). The plants were evaluated at 15, 30, 45 and 60 days after the beginning of the saline treatments, the readings were performed in three leaves per plant, located in the middle third of the plants. There was a significant effect ($p < 0.01$) of the sources of variation and their interactions on the total chlorophyll content of ornamental plants. The species *Duranta erecta* presented the greatest decrease relative to salinity increase, both in the localized irrigation mode (20.7%) and in the non-localized irrigation mode (24.9%). The increase in the electrical conductivity of the irrigation water negatively affects the total chlorophyll content of the ornamental species, regardless of the mode of irrigation used.

KEYWORDS: Index Spad, salt stress, ornamental species.

INTRODUÇÃO

A horticultura ornamental é um segmento econômico importante na indústria hortícola (Azadi et al., 2016). No Brasil, o segmento de ornamentais apresenta taxas significativas de crescimento, sobretudo devido as condições climáticas, que favorecem o cultivo de plantas de clima temperado e tropical durante o ano todo, destacando-se na região Nordeste o Estado do Ceará (IBRAFLOR, 2017).

O Ceará está localizado na região semiárida, as fontes de água de irrigação dessa região podem apresentar aos altos teores de sais dissolvidos, que causam efeitos nocivos ao solo, principalmente pelas alterações em suas propriedades químicas e físicas. Os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas, associado à redução no potencial osmótico da solução do solo, distúrbio na nutrição da planta, efeitos de íons específicos ou a interação entre esses fatores, provoca sérios prejuízos a atividade agrícola (Cavalcante et al., 2010; Acosta-Motos et al., 2017).

As espécies vegetais apresentam diferentes respostas aos efeitos dos sais presentes na água de irrigação (García-Caparrós et al., 2016), conferindo-as diferentes níveis de tolerância à salinidade e permitindo, em alguns casos, sua sobrevivência e produção. Assim, o estudo sobre os efeitos causados pelos sais sobre as plantas é fundamental, sobretudo, para adoção de práticas

de manejo que permitam a produção comercial, com o uso de água salina, diminuindo o uso de água de boa qualidade para a produção agrícola.

Nesse contexto e pela importância do segmento de flores e plantas ornamentais na região Nordeste, a pesquisa teve como objetivo avaliar a influência do aumento da salinidade crescente da água e do modo de irrigação no teor de clorofila total das espécies ornamentais *Catharantus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* e *Duranta erecta*.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área

A pesquisa foi desenvolvida no período de setembro a novembro de 2015, em ambiente protegido, do tipo casa de vegetação, com estrutura metálica galvanizada, do tipo arco treliçado, e cobertura de filme de polietileno de baixa densidade, com aditivo contra radiação ultravioleta, localizada na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, no Campus Universitário do Pici, da Universidade Federal do Ceará, município de Fortaleza, Ceará, situado nas coordenadas geográficas: 03° 45' de latitude Sul; 38° 33' de longitude oeste e aproximadamente 20 m de altitude.

Para fins de caracterização e monitoramento das condições meteorológicas, nas quais o experimento foi conduzido, os dados de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade (foram consideradas as leituras de luminosidade entre 06:00 e 18:00 horas), no interior do ambiente, foram monitorados com auxílio de um *Data Logger*, fabricante Onset Computer Corporation (modelo HOBO® U12-012), instalado no centro do experimento, programado para registrar os dados a cada 30 minutos. A temperatura média do ar no interior da casa de vegetação variou de 28,6 a 30,6°C, enquanto a umidade relativa oscilou de 59,1 a 68,5% e a luminosidade, apresentou oscilação de 4.821,7 a 6.802,8 Lux.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em parcelas subsubdivididas, com quatro repetições, seis níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) nas parcelas (0,6; 1,2; 1,8; 2,4; 3,0 e 3,6 dS m⁻¹), dois modos de irrigação nas subparcelas (aplicação da água no substrato (irrigação localizada) e aplicação da água sobre as folhas das plantas (aspersão)) e quatro espécies ornamentais nas subsubparcelas (*C. roseus*; *A. cathartica*; *I. coccinea* e *D. erecta*), com 48 plantas em cada bloco, totalizando cento e noventa e duas unidades experimentais, compostas por uma planta por vaso.

As CEa, foram obtidas pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O) na proporção de 7:3 em água de poço. A água de CEa de 0,6 dS m⁻¹, foi obtida adicionando-se água destilada à água do poço, até atingir a CEa desejada. A proporção dos sais utilizados é uma aproximação representativa da maioria das fontes de água disponível para irrigação na região Nordeste do Brasil (Medeiros, 1992).

A água de poço apresentou pH de 7,4; condutividade elétrica – CE = 0,92 dS m⁻¹; razão de adsorção de sódio – RAS = $Na^+ \{ [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0,5} \}^{-1} = 2,84 (mmol L^{-1})^{0,5}$; os teores catiônicos de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ com valores de 1,0, 2,5, 5,3 e 0,3 mmolc L⁻¹ e aniônicos de Cl⁻, HCO₃³⁻, CO₃²⁻ e SO₄²⁻ de 9,1, 0,2, 0,0 e 0,0 mmolc L⁻¹, respectivamente.

Montagem e condução do experimento

O substrato utilizado foi uma mistura de areia e húmus, na proporção de 2:1, respectivamente. O material foi caracterizado quimicamente quanto à fertilidade, e fisicamente quanto à textura, densidade e porosidade, empregando as metodologias descritas por EMBRAPA (2011), sendo os atributos apresentados na Tabela 1.

As mudas foram obtidas de produtores idôneos, com 45 dias de germinadas, registradas junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Foi realizada a padronização das plantas quanto à altura, diâmetro e número de ramos, buscando a maior uniformidade possível, depois foram transplantadas para vasos de material plástico, próprios para plantas ornamentais, com volume de 7 L, contendo orifícios na extremidade inferior para promover a drenagem de eventuais excessos de água. Os vasos foram dispostos sobre tijolos de 8 furos, preenchidos com uma camada de brita (3 cm de espessura) e o restante com substrato.

Antes do transplântio das mudas, e aos 30 e 45 d após o início dos tratamentos salinos, o substrato de cada vaso recebeu 1 g da formulação 10-10-10 (N-P-K) (Simões et al., 2002). Após o transplântio, as plantas passaram por um período de aclimação de 15 dias, em que foram irrigadas com água não salina, para não comprometer seu estabelecimento. A quantidade de água foi aplicada objetivando proporcionar a livre drenagem, evitando-se o acúmulo excessivo de sais no substrato (Ayers & Westcot, 1999). Uma vez por semana, após o início da irrigação, foi fornecida uma fração de lixiviação de 0,15.

Variável analisada

Teores de clorofila total: Índice SPAD

Os teores de clorofila total foram determinados aos 15, 30, 45 e 60 dias após o início dos tratamentos salinos, com o auxílio de um medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan), sendo os resultados expressos em unidades de leitura do aparelho. As leituras foram

realizadas em três folhas por planta, em folhas completamente expandidas, expostas a luz solar, localizadas no terço médio das plantas, no horário entre 08:00 e 10:00 h.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, as espécies e os modos de irrigação foram comparados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os efeitos quantitativos dos níveis de salinidade da água de irrigação foram testados por regressão, com o auxílio do software estatístico SISVAR[®], versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de clorofila total, medido através do índice SPAD, sofreu influência significativa das fontes de variação isoladas (salinidade da água de irrigação, modo de irrigação e das espécies). A variável em questão, também respondeu aos efeitos das interações salinidade da água de irrigação × modo de irrigação (A × M), espécies × salinidade da água de irrigação (E × A) e espécies × modo de irrigação (E × M). A interação tripla também exerceu efeito significativo sobre o índice SPAD (Tabela 2).

Os valores de índice Spad sofreram decréscimo com o incremento da salinidade da água de irrigação para todas as espécies. Foram verificadas reduções de 3,45; 3,67; 2,90 e 2,70 unidades SPAD, para as espécies *C. roseus*, *A. cathartica*, *I. coccinea* e *D. erecta*, submetidas a irrigação localizada (Figura 1A), já ao serem irrigadas através do modo não localizada as reduções foram de 2,60; 2,23; 2,71 e 3,28 unidades SPAD, respectivamente, (Figura 1B), a cada incremento de 1,0 dS m⁻¹ na condutividade elétrica da água de irrigação.

Os teores de clorofila de plantas cultivadas em ambiente salino são reduzidos devido ao aumento da clorofilase, enzima responsável pela degradação da clorofila, juntamente com a magnésio-chelatase, que induz a destruição da estrutura do cloroplasto e a instabilidade de complexos de proteínas do pigmento (Taiz & Zeiger, 2013; Freitas et al., 2014). Os efeitos depreciativos dos sais causam alterações nos mecanismos bioquímicos e fisiológicos das plantas, modificando os teores de clorofila, e conseqüentemente no índice SPAD comprometendo a atividade fotossintética, o crescimento e desenvolvimento da planta (Cavalcante et al., 2011).

A diminuição no índice de clorofila em condições salinas pode ser devido à destruição dos cloroplastos, do aparelho fotossintético e foto-oxidação da clorofila. O estresse oxidativo, provoca aumento nos teores de espécies reativas de oxigênio (EROs), gerando danos aos

cloroplastos e causa reduções no índice SPAD (Karimi et al., 2016). Decréscimos nas leituras do índice SPAD, refletem as reduções no conteúdo de clorofila, como resposta ao estresse salino (Silva et al., 2011).

A diminuição do teor de clorofila total (índice Spad) sob condições de estresse, ocorre por causa do aumento da atividade de enzimas que degradam a clorofila. As plantas quando submetidas a fatores estressantes, alteram processos enzimáticos de carboxilação e degradação de pigmentos, afetando assim a estabilidade da clorofila (Santos et al. 2012).

CONCLUSÕES

O aumento na condutividade elétrica da água de irrigação afeta negativamente o teor de clorofila total, medido pelo índice Spad, das espécies ornamentais, independente do modo de irrigação utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-MOTOS J. R.; HERNÁNDEZ J. A.; ÁLVAREZ S.; BARBA-ESPÍN G.; SÁNCHEZ-BLANCO M. J. The long-term resistance mechanisms, critical irrigation threshold and relief capacity shown by *Eugenia myrtifolia* plants in response to saline reclaimed water. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 111, p. 244-256, 2017.

AYERS, R. S.; WESTCOT. D. W. A qualidade de água na agricultura. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 53 p.

AZADI, P.; BAGHERI, H.; NALOUSHI, A. M.; NAZARI, F.; CHANDLER, S. F. Current status and biotechnological advances in genetic engineering of ornamental plants. *Biotechnology Advances*, v. 34, n. 6, p. 1073-1090, 2016.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, p.1281-1290, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO R.; FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Volume Especial, p.699-705, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR[®]: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010. (Software estatístico).

FREITAS, M. A. C.; AMORIM, A. V.; BEZERRA, A. M. E.; PEREIRA, M. S.; BESSA, M. C.; NOGUEIRA FILHO, F. P.; LACERDA, C. F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.16, n.4, p.839-849, 2014.

GARCÍA-CAPARRÓS, P.; LLANDERAL, A.; PESTANA, M.; CORREIA, P. J.; LAO, M. T. Tolerance mechanisms of three potted ornamental plants grown under moderate salinity. Scientia Horticulturae, v.201, p.84-91, 2016.

IBRAFLOR. O mercado de flores no Brasil. Campinas, IBRAFLOR, 2015. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/publicacoes>. Acesso em: 25 de junho de 2017.

KARIMI, H. R.; NASROLAHOUPUR-MOGHADAM, S. Study of sex-related differences in growth indices and eco-physiological parameters of pistachio seedlings (*Pistacia vera* cv. Badami-Riz-e-Zarand) under salinity stress. Scientia Horticulturae, v. 202, p. 165-172, 2016.

MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, T. A.; MIELKE, M. S.; PEREIRA, H. A. S.; GOMES, F. P.; SILVA, D. C. Trocas gasosas foliares e crescimento de plantas jovens de *Protium heptaphyllum* March (Burseraceae) submetidas ao alagamento do solo em dois ambientes de luz. Scientia Forestalis, v.40, n.93, p.47-56, 2012.

SILVA, E.N. da; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA-SILVA, S.L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. Scientia Agricola, v.68, p.62-68, 2011.

SIMÕES, F. C.; PAIVA, P. D. O.; NERI, G. J. O.; PAIVA, R. Noções básicas de jardinagem. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 5-41. (Boletim de extensão).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848 p.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do material utilizado como substrato

Atributos químicos		Atributos físicos	
pH em água (1:2.5)	6,30	Densidade do Solo (g cm ⁻³)	1,32
P (mg kg ⁻¹)	337,0	Densidade de Partículas (g cm ⁻³)	2,52
K (cmol _c kg ⁻¹)	1,44	Porosidade Total (%)	48,0
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	6,50	Areia (g kg ⁻¹)	781
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	6,30	Silte (g kg ⁻¹)	139
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,83	Argila (g kg ⁻¹)	80
SB (cmol _c kg ⁻¹)	15,1	Ada (g kg ⁻¹)	48
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,20	Grau de Floculação (%)	39,0
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,31	Índice de Dispersão (%)	61,0
T (cmol _c kg ⁻¹)	17,4	Ucc (g kg ⁻¹)	122,5
V (%)	87,0	Upmp (g kg ⁻¹)	100,9
M. O. (g kg ⁻¹)	23,69	Ad (g kg ⁻¹)	21,6

SB – Soma de bases; T – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por bases; M. O. – Matéria orgânica; Ada – Argila dispersa em água; Ucc - Umidade ao nível de capacidade de campo; Upmp - Umidade do ponto de murchamento permanente; Ad – Água disponível.

Tabela 2. Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de índice SPAD de plantas ornamentais, cultivadas com água salina e diferentes modos de irrigação.

Fontes de variação	Gl	Quadrados médios
		Índice SPAD
Blocos	3	7,1240 ^{ns}
Salinidade da água (A)	5	103,1201 ^{**}
Resíduo (a)	15	4,0925
(Parcelas)	23	-
Modos (M)	1	96,3333 ^{**}
Interação (A×M)	5	74,0187 ^{**}
Resíduo (b)	18	8,6082
(Subparcelas)	47	-
Espécies (E)	3	6154,1158 ^{**}
Interação (E×A)	15	44,7283 ^{**}
Interação (E×M)	3	32,9011 ^{**}
Interação (E×M×A)	15	27,9922 ^{**}
Resíduo (c)	108	7,3032
Total	191	-
C.V. - A (%)	-	4,09
C.V. - M (%)	-	5,93
C.V. - E (%)	-	5,47

^{ns}, ^{**} e ^{*}: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade.

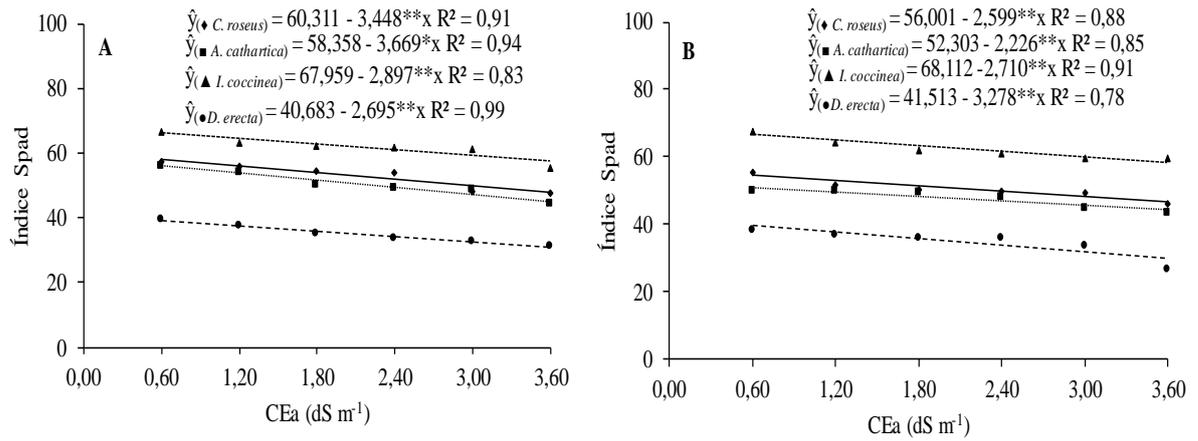


Figura 1. Índice Spad de plantas ornamentais, submetidas à irrigação com águas salinas e modos de irrigação localizada (A) e não localizada (B).