http://journal.unoeste.br/index.php/ca/index
DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n4.a309
ISSN on-line 1809-8215

Colloquium Agrariae

Submetido: 10/03/2019 Revisado: 23/04/2019 Aceito: 03/08/2019

Crescimento de *Erythrina velutina* willd. submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico

Maria de Fátima de Queiroz Lopes[1], Toshik Iarley da Silva[2], Jackson Silva Nóbrega[1], Ronimeire Torres da Silva[1], Francisco Romário Andrade Figueiredo[3], Riselane de Lucena Alcântara Bruno[1]

[1]Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB. [2]Universidade Federal de Viçosa - UFV, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Viçosa, MG. [3]Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Mossoró, RN. E-mail: fatimaqueiroz0@gmail.com

Resumo

Erythrina velutina é uma espécie endêmica da região Nordeste do Brasil, conhecida por exibir propriedades farmacológicas e potencial madeireiro. Entretanto, seu crescimento pode ser comprometido por fatores abióticos como escassez hídrica e excesso de sais. A utilização de reguladores de crescimento como o ácido salicílico está entre os métodos usados para mitigar os efeitos negativos de estresse nos vegetais. Com isso, objetivou-se avaliar o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* submetida ao estresse salino e aplicação de ácido salicílico. O delineamento utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial incompleto 5 x 5, gerados a partir da matriz Composto Central de Box com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa= 0,5; 1,74; 4,75; 7,76 e 9,0 dS m^{-1}) e cinco doses de ácido salicílico (AS= 0,0; 0,29; 1,0; 1,71 e 2,0 mM L^{-1}), com quatro repetições. Foram avaliadas a altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, taxa de crescimento relativo e absoluto da altura e diâmetro do caule, massa seca de raiz, do caule, da parte aérea e total e o índice da qualidade de Dickson. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, nos casos de significância foi realizada análise de regressão polinomial. A salinidade promove sérios danos ao crescimento das plantas de *Erythrina velutina*, sendo mais acentuado nos níveis crescentes de condutividade elétrica. A aplicação de ácido salicílico nas concentrações utilizadas não atenua os efeitos da salinidade.

Palavras-chave: espécie florestal; fitohôrmonio; produção de mudas; salinidade.

Growth of *Erythrina velutina* willd. submitted to salt stress and application of salicylic acid

Abstract

Erythrina velutina is an endemic species of the Northeast region of Brazil, known for displaying pharmacological properties and potential timber. However, its growth may be compromised by abiotic factors such as water scarcity and excess salts. The use of growth regulators such as salicylic acid is among the methods used to mitigate the negative effects of stress on vegetables. The objective of this study was to evaluate the growth of *Erythrina velutina* seedlings submitted to saline stress and salicylic acid application. The experimental design was a randomized complete block design with a 5 x 5 incomplete factorial scheme, generated from the Central Composite Box matrix with five levels of electrical conductivity of the irrigation water (ECw = 0.5, 1.74, 4.75, 7,76 and 9.0 dS m^{-1}) four doses of salicylic acid (SA = 0.0, 0.29, 1.0, 1.71 and 2.0 mM L^{-1}), with four replicates. The following evaluated plant height, leaf number, stem diameter, relative and absolute growth rate of height and stem diameter, root dry matter, stem, shoot and total leaf weight and Dickson quality index. Data were submitted to analysis of variance by the F test, in cases of significance was performed polynomial regression analysis. The salinity promotes serious damage to the growth of *Erythrina velutina* plants, being more pronounced in increasing levels of electrical conductivity. The application of salicylic acid at the concentrations used does not attenuate the effects of salinity.

Keywords: forest species; phytohommonium; seedling production; salinity.

Introdução

A *Erythrina velutina* Willd., é uma espécie pertencente à família Fabaceae e endêmica da Caatinga, conhecida popularmente como mulungu ou árvore de coral, apresenta grande porte e diversas finalidades de usos como potencial madeireiro, utilização em programas de recuperação de áreas degradadas, além de ser considerada medicinal (PODEROSO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2013). Dentre suas propriedades fitoterápicas, destaca-se sua utilização para o tratamento de asma, crises nervosas, dores musculares, anticoagulante, anti-inflamatória e antigenotóxicas (MACHADO *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013).

A região Nordeste é caracterizada por apresentar precipitações irregulares e altas taxas de evaporação, condições que favorecem a escassez hídrica e aumento do processo de salinização (QUEIROZ *et al.*, 2010). A salinidade é um dos mais importantes tipos de estresse abiótico que acometem as espécies vegetais, afetando os processos fisiológicos, bioquímicos e morfológicos das plantas, reduzindo significativamente seus rendimentos (CAVALCANTE *et al.*, 2010; TAIZ *et al.*, 2017).

O excesso de sais podem causar desbalanço nutricional e danificar a estrutura e composição de células vegetais e em quantidades excessivas no cloroplasto promove efeito tóxico afetando processos bioquímicos e fotoquímicos, além de acúmulo de espécies reativas de oxigênio que resultam em graves distúrbios metabólicos (GIL; TUJELA, 2010; EVELIN *et al.*, 2012).

Diante dos danos promovidos pelo excesso de sais ao crescimento e desenvolvimento vegetal, buscam-se medidas que reduzam os efeitos nocivos do estresse salino. Dentre elas, o uso de reguladores de crescimento vem sendo utilizado, como o ácido salicílico, um composto fenólico que atua aumentando a tolerância das plantas ao estresse, a partir da sinalização e expressão de genes que ativa os mecanismos de defesa vegetal (METHENNI *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2018).

Pesquisas desta natureza com espécies endêmicas da Caatinga são necessárias visando o desenvolvimento de estudos que visem fornecer informações que favoreçam a produção desta espécie em condições de estresse salino. Com isso, objetivou-se avaliar o crescimento de *Erythrina velutina* Willd submetida à salinidade e aplicação de ácido salicílico.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em ambiente protegido pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AS, correspondente ao clima quente e úmido, com chuvas de outono–inverno. A temperatura média anual varia entre 23 e 24 ºC, com precipitação pluvial de 1400 mm.

As sementes foram colhidas de plantas matrizes selecionadas e livre do ataque de pragas e doenças, sendo as mesmas armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da UFPB, para limpeza e serem submetidas ao tratamento pré-germinativo para a superação da dormência, deixando-as embeber durante 10 minutos em ácido sulfúrico, seguido de três lavagens com água destilada, conforme a metodologia recomendada por Conforto *et al.* (2014). Para a formação das mudas, semearam-se três sementes por vaso, após a estabilização da emergência (15 dias), foi realizado o desbaste deixando-se apenas a planta mais vigorosa. Foram utilizados vasos de polietileno com capacidade de 1,8 dm^{-3} contendo substrato formulado com solo, areia e esterco bovino na proporção de 3:1:1. Coletou-se uma amostra do substrato para a análise de fertilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas dos componentes do substrato usado no experimento.

pH	P	K^+	Na^+	$H^+ + Al^{+3}$	Al^{+3}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	SB	CTC	M.O.
	--- mg kg^{-3} ---		---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------							g kg^{-1}
7,8	85,55	693,60	0,23	0,00	0,00	2,91	1,59	6,50	6,50	22,21

SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; M.O.: Matéria orgânica.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial incompleto, com cinco condutividades elétricas da água de irrigação (CEa= 0,5; 1,74; 4,75; 7,76 e 9,0 dS m^{-1}) e cinco doses de ácido salicílico (AS= 0,0; 0,29; 1,0; 1,71 e 2,0 mM L^{-1}), com quatro

repetições e duas plantas por parcela experimental, totalizando nove combinações, gerados através da matriz Composto Central de Box (MATEUS *et al.*, 2001).

O controle da irrigação foi feito através da determinação da capacidade de campo, no qual, cinco amostras do substrato foram secas em estufa a 105 °C, até atingir peso constante. Em seguida quantificou-se o volume de água necessário para saturar as amostras. Para monitorar a capacidade de campo, quatro vasos foram pesados antes de efetuar a irrigação, verificando-se, assim, a quantidade de água necessária para atingir 60% da capacidade de campo. A água com menor condutividade elétrica - CEa (0,5 dS m^{-1}) foi proveniente do sistema de abastecimento da UFPB. Na preparação das demais águas salinas foi adicionado NaCl a água de 0,5 dS m^{-1}, utilizando para aferição das CEas um condutivímetro portátil microprocessado Instrutherm® (modelo CD-860). As irrigações com as águas salinas se deram aos 15 dias após o estabelecimento da emergência das plantas, sendo realizadas diariamente no final da tarde.

Para a preparação das doses de ácido salicílico (AS) utilizou-se água destilada, onde a quantidade referente a cada dose foi dissolvida em água quente (±90 ºC) e aplicada com o auxílio de pulverizador manual. Foram realizadas três aplicações, aplicando-se 35 ml por planta da calda, em intervalos de 15 dias.

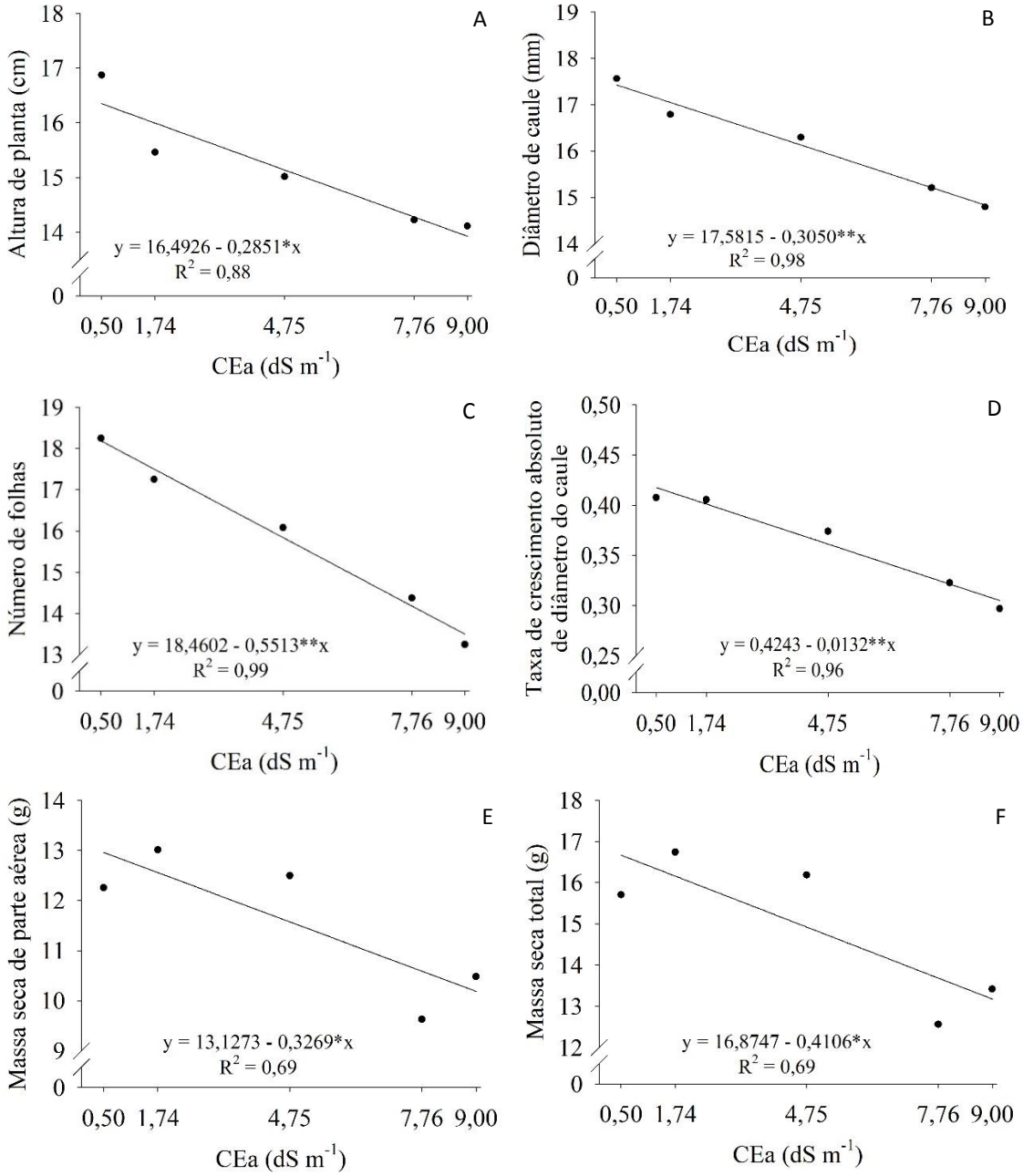
As avaliações de crescimento foram realizadas aos 60 dias após o início da irrigação com águas salinas (DAI) através das medições de altura da planta: obtida com auxílio de régua graduada medindo da superfície do solo a dominância apical; número de folhas: estabelecido a partir da contagem do número de folhas completamente formadas; diâmetro do caule: aferido com o auxílio de paquímetro digital próximo a base da planta; taxa de crescimento absoluto e relativo para altura e diâmetro do caule: estabelecidas seguindo a metodologia descrita por Benincasa (2003), massa seca de raiz, do caule, da parte aérea e total da planta, foi obtida coletando-se o material vegetal, que em seguida foi acondicionado em sacos de papel do tipo kraft e colocado para secar em estufa com circulação de ar forçada a 65ºC até atingir peso constante. Posteriormente, realizou-se a pesagem do material em balança analítica de precisão, sendo os resultados expressos em g planta e o índice da qualidade de Dickson: determinado em função da massa seca total das plantas (MST), altura da planta (ALT), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), conforme Dickson *et al.* (1960).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F até 5% de probabilidade, nos casos de significância foi realizada análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SAS® University (CODY, 2015).

Resultados e Discussão

Não houve interação entres os fatores avaliados. No entanto, observou-se comportamento linear decrescente, para as variáveis de altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e a taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule à medida que há acréscimo nos valores de condutividade da água de irrigação (Figura 1).

Figura 1. Altura da planta (A), Diâmetro do caule (B), Número de folhas (C) e Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (D) em plantas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd) submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.



A altura de planta diminuiu à medida que se elevou o nível salino, com valores na ordem de 16,49 e 13, 92 cm para as CEa de 0,5 e 9,0 dS m^{-1}, respectivamente, resultando em decréscimos de aproximadamente 14,8% ao comparar os resultados da menor e maior salinidade (Figura 1A). Tal resultado pode se dar em virtude da deficiência nutricional imposta pelo desbalanceamento de nutrientes e pela toxicidade de íons. A absorção de íons tóxicos, como o Na^+ e Cl^-, promovem desequilíbrio nutricional na planta, por competir com o N e K (MUNNS; GILLIHAM, 2015), causando decréscimos em parâmetros de crescimento como a altura da planta.

Este comportamento foi observado por Guimarães *et al.* (2013), em mudas de *E. velutina*, sendo encontrada redução de 2,21 cm plântula^{-1}, por aumento unitário da salinidade, com maiores alturas observadas quando as mudas foram irrigadas com água de salinidade 0,5 dS m^{-1}, com 24,43 cm, enquanto na maior salinidade (7,5 dS m^{-1}) as mudas apresentaram altura média de 7,86 cm assemelhando-se, aos resultados encontrados nesta pesquisa. Os sais na água também afetaram significativamente a altura das plântulas de

Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul., submetidas a irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial, havendo menor desenvolvimento na maior concentração (4,5 dS m^{-1}) apresentando em média apenas 5 cm (FREITAS *et al.*, 2010).

O diâmetro do caule apresentou valores que variaram entre 17,58 mm para 14,83 mm, reduzindo à medida que se elevou a salinidade, atingindo perdas de aproximadamente 14,9% ao comparar a menor e maior CEa (Figura 1B). Desempenho também observado na taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule que registrou redução de 26,8% nas plantas submetidas ao maior nível salino (Figura 1D). Possivelmente, o elevado teor de sais reduziu a atividade celular, diminuindo a expansão e elongação. O estresse salino promove danos ao crescimento vegetal em função de reduzir a pressão de turgescência promovida pela diminuição na absorção de água, resultando em alterações no metabolismo celular (RODRIGUES *et al.*, 2018).

O número de folhas foi inversamente proporcional aos níveis de salinidade, se adequando ao modelo de regressão linear decrescente, onde se registrou redução de 25,8% em relação ao controle (Figura 1C), corroborando com resultados observados por Nobre *et al.* (2013) avaliando o crescimento de *Ricinus communis* L. sob efeito do estresse salino, onde observou-se decréscimos de 26,57%. Tais resultados demostram que a planta deixou de emitir folhas em resposta ao estresse e/ou houve queda em virtude da fitotoxidez causada pelo excesso de sais. Esse mecanismo adaptativo ocorre para haver redução da transpiração na planta como alternativa para diminuir a absorção de água salina (TESTER; DAVENPORT, 2003).

Na massa seca de parte aérea notou-se valores que variaram entre 12,96 e 10,18 g planta (Figura 1E), enquanto, os valores da massa seca total variaram 16,66 e 13,17 g planta (Figura 1F). À medida que se elevou a salinidade foram registrados decréscimos de 21,43% e 20,93% ao comparar os valores da maior (9,0 dS m^{-1}) e menor CEa. A redução induzida pela salinidade na biomassa da planta, em grande parte, é consequência de perdas no crescimento em altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas. Resultados equivalentes a esta pesquisa foram constatados por Guimarães *et al.* (2013), em mudas de *E. velutina* ao verificar diminuição da massa seca de 0,521 g planta por aumento unitário na condutividade elétrica com efeito mais expressivo a partir da salinidade 2,5 dS m^{-1}, onde foi obtida massa seca de 3,98 g $planta^{-1}$, resultando em perdas de 24,6%.

Isso também foi verificado por Leal *et al.* (2019), estudando o desenvolvimento inicial de plantas de *Combretum leprosum* Mart. irrigadas com águas salinas, verificaram para matéria seca da parte aérea, redução de 100% na matéria seca entre o controle e tratamento com condutividade elétrica de 6,5 dS m^{-1}. As reduções observadas para as variáveis de massa seca de parte aérea e total podem ocorrer devido à diminuição na absorção de água e pela toxicidade dos íons Na^+ e Cl^- responsáveis por desequilíbrios metabólicos quando acumulados em tecidos vegetais.

Com relação à tabela 1, observa-se que a CEa não promoveu efeitos significativos para taxa de crescimento absoluto da altura, taxa de crescimento relativo da altura, taxa de crescimento relativo do diâmetro, massa seca da raiz e Índice de qualidade de Dickson em plantas de mulungu.

Tabela 1. Valores médios da taxa de crescimento absoluto da altura (TCAap), taxa de crescimento relativo da altura (TCRap), taxa de crescimento relativo do diâmetro (TCRdc), massa seca da raiz (MSR) índice de qualidade de Dickson (IQD) em plantas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd) submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

CEa	TCAap	TCRap	TCRdc	MSR	IQD
(dS m^{-1})				(g planta)	
0,50	0,21667	0,01542	0,02964	3,45175	4,71404
1,74	0,18917	0,01360	0,03013	3,72700	5,38379
4,75	0,16222	0,01175	0,02830	3,68917	5,31714
7,76	0,12583	0,00967	0,02433	2,94000	4,29326
9,00	0,14500	0,01024	0,02574	2,94025	3,89262

Os parâmetros de crescimento em função da condutividade elétrica da água de irrigação são importantes para identificar o nível de tolerância das espécies ao estresse salino, pois os mesmos são influenciados diretamente por efeitos deletérios causados pelo acréscimo nos níveis de sais. Além de afetar o desenvolvimento das plantas, a salinidade pode prejudicar a atividade dos microorganismos e suas interações com as raízes, reduzindo a altura de plantas e o desenvolvimento vegetal por completo (DAS; DANG, 2010).

Pode-se observar que o AS não promoveu efeitos significativos sob a altura das plantas, diâmetro do caule, número de folha, massa seca da raiz, massa seca de parte aérea e massa seca total em plantas de mulungu (Tabela 2). Possivelmente, a ocorrência deste comportamento está atrelada a algum fator biótico, uma vez que a resposta do crescimento vegetal à aplicação exógena de ácido salicílico pode variar em função de alguns fatores, como a própria espécie (EL-ESAWI *et al.*, 2017).

Tabela 2. Valores médios de altura (ALT), Diâmetro do caule (DC), Número de folha (NF), Massa seca da raiz (MSR), Massa seca de parte aérea (MSPA), e massa seca total (MST) em plantas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd) submetidas a diferentes níveis de aplicação exógena com ácido salicílico.

AS	ALT	DC	NF	MSR	MSC	MST
(mM L^{-1})	cm	mm		(g $planta^{-1}$)	(g $planta^{-1}$)	(g $planta^{-1}$)
0,00	15,28	16,97	16,50	4,33	14,04	18,37
0,29	14,56	15,81	16,38	3,70	12,19	15,89
1,00	15,10	15,99	15,67	3,28	11,03	14,31
1,71	15,01	15,78	15,25	2,97	10,45	13,42
2,00	16,28	16,73	16,25	3,29	13,10	16,39

Para os teores de taxa de crescimento absoluto de altura, taxa de crescimento relativo de altura, taxa de crescimento absoluto de diâmetro, taxa de crescimento relativo de diâmetro, e Índice de qualidade de Dickson, o AS não apresentou efeitos significativos (Tabela 3), apesar do ácido salicílico, ser considerado um hormônio responsável pela regulação de processos fisiológicos como florescimento e crescimento vegetal (HAYAT *et al.*, 2010).

Tabela 3. Valores médios de taxa de crescimento absoluto de altura (TCAap), taxa de crescimento relativo de altura (TCRap), taxa de crescimento absoluto de diâmetro (TCAdc), taxa de crescimento relativo de diâmetro (TCRdc), e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em plantas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd) submetidas a diferentes níveis de aplicação exógena com ácido salicílico.

AS (mM L^{-1})	TCAap	TCRap	TCAdc	TCRdc	IQD
0,00	0,1350	0,0097	0,3850	0,0280	6,3630
0,29	0,1433	0,0108	0,3773	0,0296	5,5053
1,00	0,1622	0,0118	0,3697	0,0288	4,6134
1,71	0,1717	0,0125	0,3252	0,0249	4,1717
2,00	0,2267	0,0158	0,3582	0,0260	4,3549

A ocorrência da variação do efeito da aplicação de ácido salicílico é relatado por outros autores na literatura, como em plantas de Eucalipto (*Eucalyptus* sp.), onde a dose de 200 mg L^{-1} de AS estimulou o crescimento e a produção de biomassa das plantas em condições de estresse salino (MAZZUCHELLI *et al.*, 2014). Li *et al.* (2014) em *Torreyra grandis,* uma conífera originária da China, obtiveram aumentos no crescimento e produção de biomassa das plantas com a aplicação de 0,5 mmol de AS. Brito *et al.* (2018) constataram aumento no crescimento, área foliar e na produção de biomassa de plantas de oliveira (*Olea europaea* L.) com a aplicação de μM de AS sob condições de seca.

Conclusões

A salinidade promove danos ao crescimento de *Erythrina velutina*, sendo mais acentuado nos níveis crescentes de condutividade elétrica.

O ácido salicílico nas concentrações utilizadas não atenua os efeitos da salinidade em plantas de mulungu.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo ao

REFERÊNCIAS

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BRITO, C.; DINIS, L. T.; MEIJÓN, M.; FERREIRA, H.; PINTO, G.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; CORREIA, C. Salicylic acid modulates olive tree physiological and growth responses to drought and rewatering events in a dose dependent manner. **Journal of Plant Physiology**, v.230, p. 21-32, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.08.004

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p. 251-261, 2010. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000037

CODY, R. **An introduction to SAS university edition**. North Carolina: SAS Institute, 2015.

CONFORTO, E. C.; FACINEANI, A.; LIMA, C. S.; NANYA, L. H.; TRALLI, M. P.; LIMA, N. M. M.; NISHIMURA, R. Y. G.; ANDREOLI, R. P. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de *Erythrina mulungu* (Mart. ex. Benth). **Revista Agrarian**, v.7, n.24, p. 197-204, 2014.

DAS, K.; DANG, R. Influence of biofertilizers on stevioside content in *Stevia rebaudiana* grown in acidic soil condition. **Archives of Applied Science Research**, v.2, n.4, p. 44-49, 2010.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Foresty Chonicle**, v.36, p. 10-13, 1960. https://doi.org/10.5558/tfc36010-1

EL-ESAWI, M. A.; ELANSARY, H. O.; EL-SHANHOREY, N. A.; ABDEL-HAMID, A. M. E.; ALI, H. M.; ELSHIKH, M. S. Salicylic acid-regulated antioxidant mechanisms and gene expression enhance rosemary performance under saline conditions. **Frontiers in Physiology**, v.8, n.716, p. 1-14, 2017. https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00716

EVELIN H.; GIRI, B.; KAPOOR R. Contribution of glomus intraradices inoculation to nutriente acquisition andd mitigation of ionic imbalance in $NaCl^-$ stressed *Trigonella foenum-graecum*. **Mycorrhiza**, v.22, n.3, p. 203-207, 2012. https://doi.org/0.1007/s00572-011-0392-0

FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; OLIVEIRA, F. N.; COSTA, E. M.; RIBEIRO, M. C. C. Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de Jucá. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p. 54-58, 2010.

GIL, L. S. S.; TUJELA N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.48, n.12, p. 909-930, 2010. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA. F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p. 137-142, 2013. https://doi.org/10.5039/agraria.v8i1a2360

HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M. AHMADB, A. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. **Environmental and Experimental Botany**, v.68, p. 14–25, 2010. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005

LEAL, C. C. P.; DANTAS, N. B. L.; TORRES, S. B.; VALE, A. A. M.; FREITAS, R. M. O. Initial development of *Combretum leprosum* Mart. seedlings irrigated with saline water of different cationic natures. **Revista Ciência Agronômica**, v.50, n.2, p. 300-306, 2019. https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190035

LI, T.; HU, Y.; DU, X.; TANG, H.; SHEN, C.; WU, J. Salicylic acid alleviates the adverse effects of salt stress in *Torreya grandis* cv. Merrillii seedlings by activating photosynthesis and enhancing antioxidant systems. **PLoS ONE**, v.9, n.10, p. 1-9, 2014. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109492

MACHADO, R. J. A.; MONTEIRO, N. K. V.; MIGLIOLO, L.; SILVA, O. N.; PINTO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; FRANCO, O. L.; KIYOTA, S.; BEMQUERER, M. P.; UCHOA, A. F.; MORAIS, A. H. A.; SANTOS, E. A. Characterization and pharmacological properties of a novel multifunctional kunitz inhibitor from *Erythrina velutina* seeds. **PLoS ONE**, v.8, n.5, p. 1-14, 2013. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063571

MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. **Acta Scientiarum**, v.23, n.6, p. 1537-1546, 2001. http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v23i0.2795

MAZZUCHELLI, E. H. L.; SOUZA, G. M.; PACHECO, A. M. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p. 443-450, 2014. https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000400012

METHENNI, K.; ABDALLAH, M. B.; NOUAIRI, I.; SMAOUI, A.; ZARROUK, M.; YOUSSEF, N. B. Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. **Scientia Horticulturae**, v. 233, p. 349-358, 2018. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.060

MUNNS, R., GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops - what is the cost? **New Phytologst**, v.208, n.3, p. 668-673, 2015. https://doi.org/10.1111/nph.13519

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p. 76-85, 2013. https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000100010

PODEROSO, J. C. M.; RIBEIRO, G. T; NÁVIA, D.; PASSOS, E. M.; GONÇALVES, G. B.; CORREIA-OLIVEIRA, M. E.; DANTAS, P. C. Primeiro registro no Brasil de *Erythrina velutina* Willd. como hospedeira de *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.12, n. 3, p. 398-40, 2010. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722010000300017

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOLTO, J. S.; FOLEGATTI, M. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. *In:* GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na**

agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT, 2010. p. 63-82.

RODRIGUES, A. J. O.; NUNES, R. L. R.; NUNES, A. M. C.; UCHÔA, K. S. A. Efeito da adubação silicatada no cultivo de tomateiro sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, n.2, p. 141-148, 2018. http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v14i2.977

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; SILVA, R. C. P.; CÂNDIDO, W. S.; SILVA, A. C. Armazenamento e métodos para a superação da dormência de sementes de mulungu. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.1, p. 171-178, 2013. https://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p171

SILVA, D. S. B. S.; BARBOZA, B.; GARCIA' A. C. F. S.; OLIVEIRA' B.; ESTEVAM, C. S.; NETO' A. V.; SANTOS, A. L. L. M.; DIAS, A. S.; SCHER, R. R.; PANTALEAO, S. M. Investigation of protective effects of *Erythrina velutina* extract against MMS induced damages in the root meristem cells of *Allium cepa.* **Revista Brasileira de farmacognosia**, v.23, n.2, p. 273-278, 2013. http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000006

SILVA, T. I.; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SOUSA, L. V.; RIBEIRO, J. E. S.; BRUNO, R. L. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.5, p. 159-166, 2018. https://doi.org/10.5539 / jas.v10n5p159

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na+ tolerance and Na+ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p. 503-527, 2003. https://doi.org/10.1093 / aob / mcg058