

Impactos dos estresses hídrico e salino em mudas de *Erythrina velutina* Wild

Impacts of water and saline stress on Erythrina velutina Wild seedlings

Francisco Ícaro Carvalho Aderaldo; Gabriela de Sousa Ferreira; Janacinta Nogueira de Sousa; Paulo Ovídio Batista de Brito; Franklin Aragão Gondim

¹Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Maracanaú; icaroaderaldo16@gmail.com; ²Engenheira Ambiental e Sanitarista e Mestranda no Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis do IFCE, Maracanaú; gabrieladesousaf@hotmail.com; ³Engenheira Ambiental e Sanitarista e Mestre em Energias Renováveis pelo IFCE, Maracanaú; janacinta.nogueira@gmail.com; ⁴Engenheiro Ambiental e Sanitarista e Mestre em Energias Renováveis pelo IFCE, Maracanaú; paulobatistaengenharia@gmail.com; ⁵Biólogo, Doutor em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará, Professor do Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis do IFCE, Maracanaú; aragaofg@yahoo.com.br

NOTA

Recebido: 25/09/2021
Aprovado: 12/03/2022

Palavras-chave:

Déficit Hídrico
Salinidade
Mulungu

RESUMO

O presente artigo analisou o crescimento de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild), submetidas a estresse salino e associado à suspensão de irrigação. Esse experimento foi realizado em vasos de 5 litros, irrigados a 50% da capacidade de campo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado composto por seis tratamentos: T1- Irrigação com água destilada (Testemunho); T2 - Irrigação com solução de NaCl a 50 mM; T3 - Irrigação com solução de NaCl a 100 mM; T4 - Irrigação com água destilada com irrigação suspensa aos 15 dias após a semeadura (DAS); T5 - Irrigação com solução de NaCl a 50 mM com irrigação suspensa aos 15 DAS; T6 - Irrigação com solução de NaCl a 100 mM com irrigação suspensa aos 15 DAS. O tratamento testemunho acarretou menor quantidade de efeitos deletérios para as mudas sendo, portanto, o mais indicado para o cultivo de mulungu. A salinidade ocasionou reduções nas variáveis de crescimento analisadas, tais como, matéria fresca total, da raiz e da parte aérea, matéria seca total, da raiz e da parte aérea, altura, diâmetro dos caules e número de folhas. Esses efeitos foram intensificados nas mudas submetidas a 100 mM de NaCl e suspensão de irrigação.

ABSTRACT

This article analyzed the growth of mulungu (*Erythrina velutina* Wild) seedlings, subjected to saline stress and associated with irrigation suspension. This experiment was carried out in 5-liter pots, irrigated at 50% of field capacity. The experimental design was completely randomized, consisting of six treatments: T1- Irrigation with distilled water (Testimony); T2 - Irrigation with 50 mM NaCl solution; T3 - Irrigation with 100 mM NaCl solution; T4 - Irrigation with distilled water with irrigation suspended at 15 days after sowing (DAS); T5 - Irrigation with 50 mM NaCl solution with suspended irrigation at 15 DAS; T6 - Irrigation with 100 mM NaCl solution with suspended irrigation at 15 DAS. The control treatment had a smaller amount of deleterious effects for the seedlings, being, therefore, the most suitable for the cultivation of mulungu. Salinity caused reductions in the analyzed growth variables, such as total fresh matter, root and shoot, total dry matter, root and shoot, height, stem diameter and number of leaves. These effects were intensified in plants submitted to 100 mM of NaCl and irrigation suspension.

Key words:

Water Deficit
Salinity
Mulungu

INTRODUÇÃO

A *Erythrina velutina* Wild, conhecida popularmente como mulungu, é uma espécie secundária com dispersão irregular e descontínua, com tipos anemocórica e zoocórica. Seu porte arbóreo pode alcançar aproximadamente doze metros de altura,

sendo identificada como uma planta endêmica do bioma Caatinga e bastante adaptada aos estresses impostos pelo clima semiárido (CARVALHO, 2008).

A Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, abrange cerca de 9,92% do território nacional, aproximadamente 850.000 km². Possui como marcante

característica a presença de vegetação tolerante ao estresse hídrico e, em alguns casos, ao estresse salino (MEDEIROS et al., 2012; SILVA et al., 2013). Nota-se também que, essa peculiar vegetação se apresenta com marcas de processos antrópicos, que acarretam à paisagem, difícil reversibilidade da degradação (SANTANA et al., 2006).

O bioma Caatinga apresenta elevadas temperaturas e má distribuição das chuvas anuais, o que proporciona uma alta demanda evaporativa. Essas características podem ocasionar estresse hídrico às plantas, potencialmente prejudicial ao seu desenvolvimento, e sendo agravado quando associado a elevadas quantidades de sais no solo (SINGH et al., 2014).

Meher (2018) explica que a água disponível para as plantas tem sido um dos limitantes para o desenvolvimento das espécies. Assim, a capacidade para lidar com a falta de recursos hídricos é fundamental para a seleção natural das plantas e crescimento das culturas agrícolas. Em decorrência do estresse hídrico, o vegetal sofre modificações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, com intensificações dos efeitos deletérios dependendo da espécie e do tempo de duração (SHAMAR et al., 2012).

As plantas possuem respostas fisiológicas específicas quando inseridas em ambientes com pouca água disponível, algumas combinações de fatores moleculares prévios são ativadas pela percepção do sinal de estresse (PANTUWAN et al., 2004). Podendo ser observado dentre outros aspectos, a diminuição da condutividade estomática (OTIENO et al., 2005), a redução na taxa de transpiração vegetal e a queda na taxa de fotossíntese (FAROOQ et al., 2009).

O excesso de sais no solo também é um fator que causa estresse aos vegetais, pois, gera redução de seu potencial hídrico, reprimindo absorção da água pelas sementes, diminuindo a germinação e proporcionando a ação dos íons sobre o protoplasma das células das sementes (BARBIERI et al., 2012).

Desta forma, os vegetais quando expostos aos déficits hídricos e salinos, sofrem notórias aclimatações, tais como: fechamento dos estômatos, evitando-se perdas metabólicas; dificuldade na execução do processo de absorção do nitrogênio no solo; alteração a qualidade e a quantidade retida de aminoácidos e proteínas fisiológicas (BHARGAVA et al., 2004).

Acredita-se que a *E. velutina*, por ser uma espécie nativa do semiárido e se mostrar bastante adaptada às características naturais da região, mostra-se com adequado potencial em paisagens com baixa disponibilidade de água e com elevadas quantidades de sais nos solos. Além disso, há poucos estudos com a espécie visando analisar as respostas nas condições de estresses.

O presente artigo objetivou analisar os efeitos de diferentes concentrações de sais e de escassez hídrica sobre o crescimento vegetativo de mudas de *Erythrina velutina*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Casa de Vegetação localizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, campus Maracanaú, Ceará – Brasil, entre os meses de março e abril de 2019. Durante a

execução do experimento, a umidade relativa do ar e a temperatura foram medidas usando um termo-higrômetro portátil modelo ASKO Safe 300, apresentando médias de 74% e 32,1 °C, respectivamente.

As sementes de mulungu possuíam visivelmente livre de danos mecânicos e patógenos e foram colhidas de matrizes adultas localizadas no município de Tianguá no Estado do Ceará no ano de 2011. Após a quebra da dormência das sementes por escarificação manual utilizando uma lixa número 10, a semeadura foi em vasos de 5 litros preenchidos com areia e húmus de minhoca em uma proporção de 2:1 (v:v).

Foram testados os seguintes tratamentos: T1 - Irrigação com água destilada (Testemunha/Controle); T2 – Irrigação com solução de NaCl a 50 mM; T3 - Irrigação com solução de NaCl a 100 mM; T4 - Irrigação com água destilada com irrigação suspensa aos 15 DAS; T5 – Irrigação com solução de NaCl a 50 mM com irrigação suspensa aos 15 DAS; T6 – Irrigação com solução de NaCl a 100 mM com irrigação suspensa aos 15 DAS.

As soluções foram produzidas manualmente em becker de vidro para que ocorresse a dissolução em água do cloreto de sódio, resultando na quantidade exata a ser utilizada em cada tratamento. Realizou irrigação a 50% da capacidade de campo com reposição diária da água evapotranspirada conforme Martins et al. (2016). Contudo, metade dos vasos teve irrigação suspensa aos 15 dias após a semeadura (DAS).

Foram realizadas duas análises, a primeira aos 35 DAS e a segunda aos 45 DAS. Na ocasião, foram avaliadas as seguintes variáveis: a) altura total utilizando uma régua graduada em cm, b) diâmetro do caule utilizando um paquímetro digital (INSIZE - 1112) na região do coleto, c) número de folhas utilizando contagem manual, d) clorofila utilizando clorofilômetro portátil (SPAD - 502), e) produção de matéria fresca das raízes, f) parte aérea (folhas + caule) e g) total (parte área + raízes). Para medição da produção de matéria fresca das raízes, parte aérea (folhas + caule) e total (parte área + raízes) foi utilizando uma balança de precisão semianalítica (0,001 g). Posteriormente, o material foi posto para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até a obtenção de massa constante, e pesado para se determinar as produções de matéria seca das raízes, parte aérea (folhas + caule) e total (parte área + raízes) utilizando uma balança de precisão (0,001 g) semianalítica.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo cinco repetições com duas plantas por repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) através do programa estatístico SigmaPlot 11.0 (Systat Software Ins, San Jose, CA, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irrigação com água salina a 50 e 100 mM de NaCl, apresentaram malefícios para o pleno desenvolvimento de mudas de mulungu. Além disso, pode-se observar no decorrer do experimento que os efeitos negativos foram intensificados quando se cortou a irrigação.

A salinidade em conjunto com o déficit hídrico está entre os principais estresses abióticos que limitam o crescimento e o desenvolvimento das mudas. A fotossíntese, o principal

processo fisiológico que, impulsiona o crescimento das plantas é também altamente sensível à seca e à salinidade (SILVEIRA et al., 2010).

Durante todo o experimento, quando houve irrigação constante, a matéria fresca total foi maior nas mudas submetidas às condições controle. Nas mudas irrigadas com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl, houve respectivamente, uma diminuição

de 49 e 75% aos 35 DAS (Figura 1A) e de 55 e 83% aos 45 DAS (Figura 1B), em relação ao tratamento controle. Nas mudas em que a irrigação foi suspensa aos 15 DAS, a matéria fresca total foi reduzida em 40, 32 e 27% aos 35 DAS (Figura 1A) e 76, 56 e 14% aos 45 DAS (Figura 1B), para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às mudas irrigadas, respectivamente.

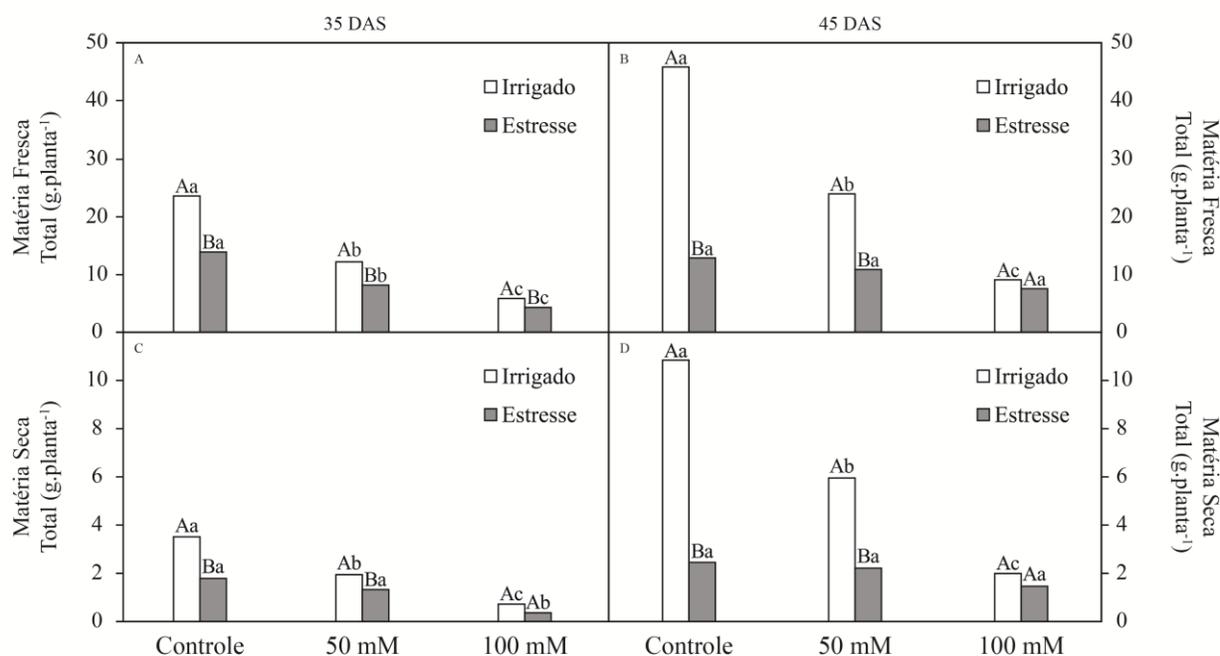


Figura 1. Matéria fresca total e matéria seca total de mudas de Mulungu irrigadas com água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM durante 45 dias. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (irrigado e estresse) e diferentes letras minúsculas diferenças significativas ao tipo de irrigação (água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM) de acordo com teste de Tukey a 5% de probabilidade. As barras representam os valores das médias de 5 repetições. Barras brancas correspondem ao grupo irrigado durante todo o experimento enquanto as barras pretas tiveram irrigação suspensa aos 15 DAS.

Fialho et al. (2010) também observaram reduções nas massas totais em plantas de café arábica submetidos a déficit hídrico quando comparadas as plantas que foram irrigadas normalmente por todo o período do experimento. O desenvolvimento celular é considerado como um dos sistemas fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico (ANJUM et al., 2011), sendo correto verificar redução da biomassa nestas condições (FAROOQ et al., 2009).

Dessa forma, verificou-se que a matéria seca total das mudas que foram irrigadas do início ao fim do experimento foi maior em mudas submetidas às condições controle. A irrigação com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl resultaram em diminuições de 44 e 78% aos 35 DAS (Figura 1C) e de 45 e 82% aos 45 DAS (Figura 1D), respectivamente em relação ao controle. Nas mudas em que a irrigação foi suspensa aos 15 DAS, a matéria seca total foi reduzida em 49, 32 e 45% aos 35 DAS (Figura 1C) e de 78, 64 e 28% aos 45 DAS (Figura 1D), para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às mudas irrigadas, respectivamente. Em concordância com Nascimento et al. (2011), a produção de matéria seca está inteiramente vinculada à disponibilidade de água no solo.

Sendo assim, podemos verificar que em condições de estresse hídrico e salino, as plantas sofrem mudanças fisiológicas e bioquímicas, como por exemplo, diminuição no seu crescimento, alterações nas taxas fotossintéticas, redução na expansão e respiração celular e dificuldades para absorver nutrientes do solo (FAROOQ et al., 2009).

Nas mudas que foram irrigadas do início ao fim do experimento, a matéria fresca da parte aérea foi maior quando submetidas às condições controle. A irrigação com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl, resultaram em diminuições de 46 e 74% aos 35 DAS (Figura 2A) e de 57 e 84% aos 45 DAS (Figura 2B), respectivamente em relação ao tratamento controle. Nas mudas que tiveram irrigação suspensa durante 15 DAS, a matéria fresca da parte aérea foi reduzida em 40, 28 e 22% aos 35 DAS (Figura 2A) e 77, 53 e 12% aos 45 DAS (Figura 2B), para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às irrigadas respectivamente.

É comum que as plantas submetidas aos estresses hídrico ou salino, apresentem diminuição na parte aérea, constituindo-se em um mecanismo de aclimação para possibilitar a diminuição do consumo de água e reduzir assim os

efeitos deletérios da escassez de nutrientes (SOUSA et al., 2014). O efeito mais nítido das plantas no estresse hídrico, é a diminuição da altura da planta e de sua área foliar (KRAMER, 1983) e isso também ocorre na submissão do vegetal ao estresse

salino (DEUNER et al., 2011). Desse modo, os déficits hídricos e salinos estão entre os fatores limitantes mais relevantes entre os estresses abióticos que retardam o desenvolvimento de um vegetal (KHAN et al., 2008).

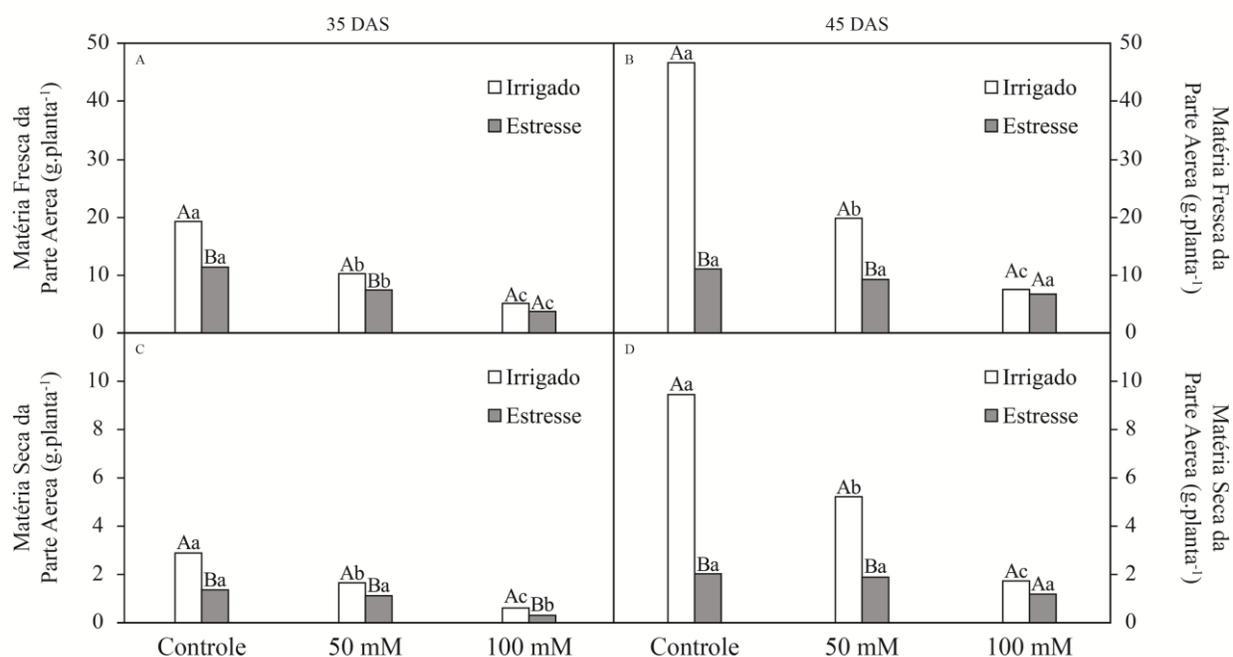


Figura 2. Matéria fresca da parte aérea e matéria seca da parte aérea de mudas de Mulungu irrigadas com água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM durante 45 dias. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (irrigado e estresse) e diferentes letras minúsculas diferenças significativas ao tipo de irrigação (água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM) de acordo com teste de Tukey a 5% de probabilidade. As barras representam os valores das médias de 5 repetições. Barras brancas correspondem ao grupo irrigado durante todo o experimento enquanto as barras pretas tiveram irrigação suspensa aos 15 DAS.

Os estresses hídricos e salinos também afetaram negativamente a produção de matéria seca das mudas analisadas, ocasionando reduções na parte aérea e no desenvolvimento da raiz. O comprimento da parte aérea que germinaram sob os estresses, teve redução variando de 43% aos 35 DAS (Figura 2C) quando submetidas a irrigação com água salinizada a 50 mM de NaCl, e até 82% quando as mudas aos 45 DAS (Figura 2D) foram submetidas a irrigação com água contendo 100 mM de NaCl. Nas mudas que tiveram irrigação suspensa aos 15 DAS, a matéria seca da parte aérea foi reduzida em 52, 30 e 43% aos 35 DAS (Figura 2C) e em 78, 63 e 30% aos 45 DAS (Figura 2D), para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às mudas irrigadas.

Dessa forma, para as folhas, a menor disponibilidade de água pode diminuir a extensibilidade da parede celular, e aumentar o potencial de pressão e a quantidade limiar crítico do potencial de turgor para o alongamento. Ocorrendo o engrossamento da parede celular, aumento da espessura do limbo foliar e redução da área individual das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Durante o experimento, observou-se que nas mudas irrigadas, a matéria fresca das raízes foi mais elevada nas mudas submetidas às condições controle. A irrigação com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl ocasionaram reduções nesta

variável de 58 e 80% aos 35 DAS (Figura 3A) e de 42 e 80% aos 45 DAS (Figura 3B), respectivamente, em relação ao controle. Nas mudas que tiveram irrigação suspensa aos 15 DAS, a matéria fresca das raízes foi reduzida em 42, 56 e 57% aos 35 DAS (Figura 3A) e 75, 68 e 26% aos 45 DAS (Figura 3B), para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às mudas irrigadas, respectivamente.

Esse comportamento corrobora com Fernandes et al. (2002), que estudaram a pupunheira e Correia et al. (2004), o amendoim. Ambas as pesquisas constataram declínio na matéria das raízes quando as plantas foram submetidas ao estresse salino.

Os estresses hídricos e salinos proporcionaram reduções significativas da massa seca da raiz, esse comportamento concorda com o descrito por George et al. (2019) que também observaram reduções no desenvolvimento das raízes nas plantas forrageiras. Nas mudas irrigadas, a matéria seca das raízes foi mais elevada nas mudas submetidas a condições controle. A irrigação com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl ocasionaram reduções nesta variável de 47 e 79% aos 35 DAS (Figura 3C) e de 43 e 83% aos 45 DAS (Figura 3D), respectivamente em relação ao tratamento controle.

Nas mudas que tiveram irrigação suspensa aos 15 DAS, a matéria seca das raízes foi reduzida em 33, 47 e 54% aos 35

DAS (Figura 3C) e de 74, 67 e 17% aos 45 DAS (Figura 3D), para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às mudas irrigadas, respectivamente. Conforme Guimarães et al. (2013), o efeito da salinidade no desenvolvimento das raízes se

deve ao fato destas estarem em contato direto com uma concentração considerável de sais, dificultando a absorção de água e nutrientes.

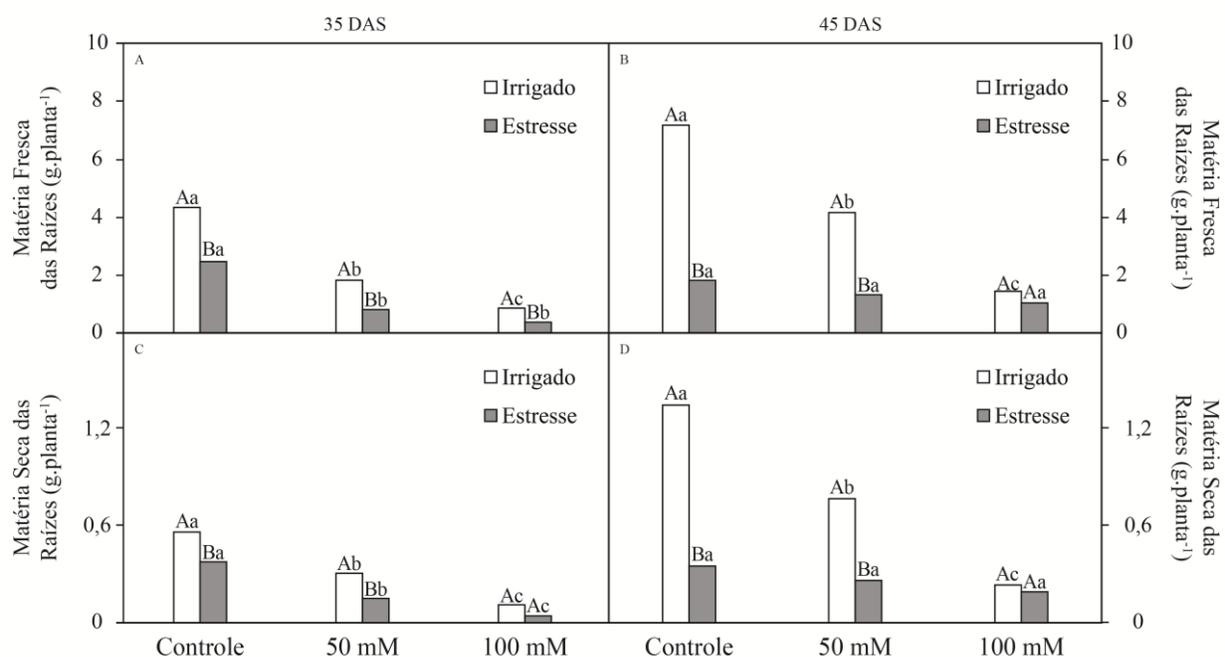


Figura 3. Matéria fresca das raízes e matéria seca das raízes de mudas de Mulungu irrigadas com água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM durante 45 dias. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (irrigado e estresse) e diferentes letras minúsculas diferenças significativas ao tipo de irrigação (água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM) de acordo com teste de Tukey a 5% de probabilidade. As barras representam os valores das médias de 5 repetições. Barras brancas correspondem ao grupo irrigado durante todo o experimento enquanto as barras pretas tiveram irrigação suspensa aos 15 DAS.

Observa-se que a alta concentração de sais juntamente com a escassez hídrica são fatores de estresses para as plantas, pois esses fatores apresentam atividades osmóticas, no qual o vegetal tende a reter água em seu organismo, e por consequência o protoplasma sofre ações malélicas provenientes dos íons (LARCHER, 2000; YAMASHITA et al., 2011).

O estresse hídrico em somatória com o estresse salino proporciona reduções significativas na altura da planta, no diâmetro do caule, no número de folhas da planta e na taxa de clorofila produzida pelo vegetal.

Pode-se verificar na (Tabela 1) que quando o vegetal foi irrigado do início ao fim do experimento, a altura das mudas foi maior naquelas submetidas às condições controle. Observa-se reduções nas mudas que foram irrigadas com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl, com diminuições de altura nos valores de 34 e 25% aos 35 DAS e de 35 e 65% aos 45 DAS, respectivamente em relação ao controle. Nas mudas em que a irrigação foi suspensa aos 15 DAS, a altura da planta foi reduzida em 22, 4 e 26% aos 35 DAS e de 30, 18 e 24% aos 45 DAS, para os tratamentos controle, 50 e 100 mM de NaCl em relação às mudas irrigadas, respectivamente.

De acordo com Larcher (2000) a primeira e mais sensível resposta à deficiência hídrica é a diminuição da turgescência e, associada a esse evento, a diminuição do processo de

crescimento. A redução ou inibição do crescimento das plantas pela salinidade tem sido atribuída ao efeito osmótico, associado à toxidez pela absorção excessiva de NaCl e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998).

Houve aumento nos teores relativos de clorofila em função da suspensão da irrigação e do aumento da salinidade no solo (Tabela 1). De acordo com Winder (2018) a clorofila indica a elevada carga de nitrogênio nas folhas e serve como base para reconhecimento de sua carência que pode acontecer devido à grande quantidade de água e a lixiviação do nitrogênio existente. Portanto, o aumento da quantidade de água pode acarretar a lixiviação de nutrientes como o nitrogênio e consequentemente diminuir o teor de clorofila do vegetal. Conforme Jesus et al. (2015) a elevada taxa de clorofila deve-se a ativação dos procedimentos de defesa contra o estresse salino, o mesmo autor afirmar que as consequências do estresse salino nos teores de clorofila são modificadas conforme o vegetal cultivado (JESUS et al., 2015; SILVA et al., 2012).

As mudas que foram irrigadas durante todo o experimento possuíram um maior diâmetro do caule. Verificou-se que houve reduções de 43 e 62% aos 35 DAS e de 5 e 26% aos 45 DAS, referente ao diâmetro do caule, quando estas migraram do tratamento controle e foram irrigadas com águas salinas a 50 e

100 mM de NaCl, respectivamente. Nas mudas em que a irrigação foi suspensa aos 15 DAS, a diâmetro do caule da planta foi reduzido em 43, 29 e 22% aos 35 DAS e de 47, 25 e 27% aos 45 DAS, para os tratamentos controle, 50 e 100mM de NaCl em relação às mudas irrigadas, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Altura, diâmetro dos caules, teores relativos de clorofila e número de mudas de plantas de Mulungu irrigadas com água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM durante 45 dias. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (irrigado e estresse) e diferentes letras minúsculas diferenças significativas ao tipo de irrigação (água destilada, solução de NaCl a 50 ou 100 mM) de acordo com teste de Tukey a 5% de probabilidade. O grupo irrigado corresponde as plantas que tiveram irrigação durante todo o experimento enquanto o grupo estresse tiveram irrigação suspensa aos 15 DIAS após a sementeira

35 DAS								
Irrigado				Estresse				
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Clorofila	Número de folhas	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Clorofila	Número de folhas
Controle	51,20 Aa	0,42 Aa	31,34 Aa	21,80 Aa	40,00 Ba	0,24 Ba	33,66 Ba	17,20 Ba
50 mM	34,00 Ab	0,24 Ab	30,24 Aa	17,40 Ab	32,80 Ab	0,17 Aa	32,64 Ba	14,20 Bb
100 mM	24,40 Ac	0,16 Ab	37,32 Ab	13,20 Ac	18,00 Bc	0,12 Aa	37,14 Bb	7,40 Bc
45 DAS								
Irrigado				Estresse				
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Clorofila	Número de folhas	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Clorofila	Número de folhas
Controle	55,00 Aa	0,48 Aa	29,98 Aa	25,00 Aa	38,50 Ba	0,26 Ba	31,95 Aa	5,75 Ba
50 mM	35,75 Ab	0,47 Aa	35,95 Aa	15,00 Ab	29,25 Bb	0,35 Bb	28,10 Bab	11,50 Ab
100 mM	19,50 Ac	0,36 Ab	34,98 Aa	14,00 Ab	14,75 Ac	0,26 Ba	36,78 Aab	12,50 Ab

* mM – Milimolar; * cm – Centímetro; * mm - Milímetro

As mudas da espécie *E. velutina* que foram submetidas aos estresses hídricos e salinos sofreram reduções no número de folhas. Constatou-se que nas mudas irrigadas, o número de folhas foi mais elevado nas mudas submetidas a condições controle. A irrigação com águas salinas a 50 e 100 mM de NaCl ocasionou reduções nesta variável de 20 e 39% aos 35 DAS e de 40 e 44% aos 45 DAS, respectivamente em relação ao tratamento controle (Tabela 1).

Essas diminuições do número de folhas das mudas também foram observadas em análises realizadas por (SILVA et al., 2008; LIMA et al., 2007; SALES et al., 2011), quando avaliaram respectivamente os efeitos da salinidade no desenvolvimento da Rúcula, do Feijão de corda e na cultura da Melancia. Os autores observaram que o número de folhas de cada planta foi diminuindo à medida que se elevou o nível de sal na água de irrigação. Isto se deve ao potencial osmótico muito desfavorável da solução do solo, que atinge a disponibilidade de água para as plantas, impedindo sua assimilação ocasionando menor pressão de turgor.

Os estresses hídrico e salino pode ter consequências diretas nas alterações fisiologias e bioquímicas nas plantas (ZOBAYED et al., 2007). Conforme Hasegawa (2000), o estresse salino ocasiona distúrbios nos processos fisiológicos e bioquímicos, como diminuição da massa fresca e seca do vegetal, consequentemente reduzindo o crescimento e a produtividade da planta. A associação de salinidade à suspensão da irrigação mostrou-se prejudicial no crescimento das mudas de *E. velutina*. Contudo, ainda possibilitou moderado crescimento do vegetal quando comparado às plantas submetidas às condições controle (irrigadas com águas não salinas).

CONCLUSÕES

As plantas expostas aos níveis de salinidade sofrem reduções nas variáveis de crescimento quando submetidas a irrigação a partir de 50 mM de NaCl. A ação conjunta de irrigação com água salina e posterior suspensão de irrigação intensifica os efeitos deletérios da salinidade.

REFERÊNCIAS

- ANJUM, S. A. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, Nairobi, 6(9), 2026-2032, 2011. [10.5897/AJAR10.027](https://doi.org/10.5897/AJAR10.027).
- BARBIERI, G.; VALLONE, S.; ORSINI, F.; PARADISO, R.; de PASCALE, S.; NEGREZAKHAROV, F.; MAGGIO, A. Stomatal density and metabolic determinants mediate salt stress adaptation and water use efficiency in basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Plant Physiology, 169(17), 1737-1746, 2012. [10.1016/j.jplph.2012.07.001](https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.07.001).
- BHARGAVA, S.; PARANJPE, S. Genotypic variation in the photosynthetic competence of *Sorghum bicolor* seedlings subjected to polyethylene glycol-mediated drought stress. J. Plant Physiol, 161, 125-129, 2004. [10.1078/0176-1617-01126](https://doi.org/10.1078/0176-1617-01126).
- CARVALHO, P. E. R. Mulungu (*Erythrina velutina*). Colombo-PR: Embrapa Florestas, 8, 2008.
- CORREIA G.; KARINA.; NOGUEIRA M. C.; REJANE J. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)

- submetido a déficit hídrico. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 4(2), 2004.
- DEUNER, C.; MAIA, M. D. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. D. S.; MENEGHELLO, G. E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-caupi submetidos ao estresse salino. Revista Brasileira de Sementes, 33, 711-720, 2011. [10.1590/S0101-31222011000400013](https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400013).
- FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; WAHID, A.; AHMAD, N.; SALLEM, B. A. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. Journal of Agronomy & Crop Science, 195, 237-246, 2009. [10.1111/j.1439-037X.2009.00365.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2009.00365.x).
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37(11), 1613-1619, 2002. [10.1590/S0100-204X2002001100013](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002001100013).
- FIALHO, G. S. Comportamento de plantas de café arábica submetidas a déficit hídrico durante o desenvolvimento inicial. Idesia, 28(3), 35-39, 2010. [10.4067/S0718-34292010000300005](https://doi.org/10.4067/S0718-34292010000300005).
- GEORGE, D. N. A. J.; FABIANA, T. G.; MARCELO, J. D. S.; ALEXANDRE, M. F. D. R. J.; VICENTE, J. L. P. S.; JOSÉ, L. P. S. I.; MAURÍCIO, L. D. M. V. L.; VICENTE, I. T.; THIERES, G. F. D. S. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. Pubvet Medicina Veterinária e Zootecnia, 13(1), 1-10, 2019. [10.311533/pubvet.v13n01a241.1-10](https://doi.org/10.311533/pubvet.v13n01a241.1-10).
- 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, 8(1), 137-142, 2013. [10.5039/agraria.v8i1a2360](https://doi.org/10.5039/agraria.v8i1a2360).
- HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. L. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51, 463-499, 2000. [10.1146/annurev.arplant.51.1.463](https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.51.1.463).
- JESUS, G. G.; SILVA JÚNIOR, F. J.; CAMARA, T. R.; SILVA, E. F. F.; WILLADINO, L. Production of rocket under salt stress in hydroponic systems. Horticultura Brasileira, 33(4), 493-497, 2015. [10.1590/S0102-053620150000400014](https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400014).
- KHAN, M. H.; PANDA, S. K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl salinity stress. Acta Physiologica Plantarum, 30, 89-91, 2008. [10.1007/s11738-007-0093-7](https://doi.org/10.1007/s11738-007-0093-7).
- KRAMER, P. J. Water deficits and plant growth. Water relations of plants. Oxford: Academic Press, 343-389, 1983. [10.1590/S1415-43662008000500001](https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000500001).
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima, 531, 2000.
- LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA, J. A. B. Resposta do feijão à salinidade da água de irrigação. Revista Verde, 2, 79-86, 2007. [10.18378/rvads.v2i2.49](https://doi.org/10.18378/rvads.v2i2.49).
- MARTINS, K.; BRITO, P. O. B.; GONDIM, F. A.; PONTES, R. A.; BRAGA, B. B. Análise de crescimento de plantas de mulungu irrigadas com diferentes capacidades de campo. II Congresso Amazônico de Meio Ambiente e Energias Renováveis. Anais, 2016.
- MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H., Pinto, T. F. Sinopse do censo demográfico para o semiárido Brasileiro. INSA, 1 ed., 2012.
- MEHER, S. P.; REDDY, K. A.; RAO, D. M. Effect of PEG-6000 imposed drought stress on RNA content, relative water content (RWC), and chlorophyll content in peanut leaves and roots. Saudi journal of biological sciences, 25, 285-289, 2018. [10.1016/j.sjbs.2017.04.008](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.04.008).
- NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C.; SILVA, M. A. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. Revista Árvore, 35(3), 617-626, 2011. [10.1590/S0100-67622011000400005](https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000400005).
- OTIENO, D. O., SCHMIDT, M. W. T., ADIKU, S., TENHUNEN, J. Physiological and morphological responses to water stress in two Acacia species from contrasting habitats. Tree Physiology, 25, 361-371, 2005. [10.1093/treephys/25.3.361](https://doi.org/10.1093/treephys/25.3.361).
- PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATASEREEKUL, S.; O'TOOLE, J. C.; BASNAYAKE, J. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands: 4. Vegetative stage screening in the dry season. Field crops research, 89, 281-297, 2004. [10.1016/j.fcr.2004.02.007](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.02.007).
- SALES, M. A. L.; MOREIRA, F. J. C.; ELOI, W. M.; RIBEIRO, A. A.; SALES, F. A. L. Desenvolvimento inicial de plântulas de erva doce (*Foeniculum vulgare* Mill). VI Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, 2011.
- SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na estação ecológica do Seridó-RN. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 6(2), 232-242, 2006.
- SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. Irriga, Botucatu, 17(1), 114-125, 2012. [10.15809/irriga.2012v17n1p114](https://doi.org/10.15809/irriga.2012v17n1p114).

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. *Revista Caatinga*, 5, 30-35, 2008.

SILVA, J. V. N.; SUASSUNA, C. M.; CARDOSO, A.; FRANCISCO, P. R. M. Produção agroecológica integrada e sustentável no semiárido Brasileiro, 132-141, 2013.

SILVEIRA, J. A.; SILVA, S. L.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*, 1, 161-18, 2010.

SINGH, N. P.; PAL, P. K.; VAISHALI, S. K. Morpho-physiological characterization of indian wheat genotypes and their evaluation under drought condition. *African journal of biotechnology*, 2014. [10.5897/AJB2013.13486](https://doi.org/10.5897/AJB2013.13486).

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. *Revista Agro@ambiente On-line*, 8, (3), 359-367, 2014.

SHAMAR, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESARRAKLI, M. Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Journal of Botany*, 26, 2012. [10.1155/2012/217037](https://doi.org/10.1155/2012/217037).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 918, 2013.

WINDER, A. R. D. S. Lâminas de irrigação na cultura da rúcula no Cerrado. Tese de Doutorado, 2018.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Efecto del estrés salino sobre la germinación de las semillas de *Conyza canadensis* y *Conyza bonariensis*. *Bioagro*, 3, 169-174, 2011.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. *Journal of Plant Nutrition*, 21(7), 1439-1451, 1998. [10.1080/01904169809365494](https://doi.org/10.1080/01904169809365494).

ZOBAYED, S. M. A.; AFREEN, F.; KOZAI, T. Phytochemical and physiological changes in the leaves of St. John's wort plants under a water stress condition. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 109-116, 2007. [10.1016/j.envexpbot.2005.10.002](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.10.002).