

Germinação de sementes e crescimento de plântulas cultivares de beterraba submetidas ao estresse salino

Seed germination and seedling growth of beet cultivars subjected to saline stress

Germinación de semillas y crecimiento de plántulas de cultivares de remolacha sometidos a estrés salino

Recebido: 27/04/2022 | Revisado: 06/05/2022 | Aceito: 12/05/2022 | Publicado: 16/05/2022

Antonia Mirian Nogueira de Moura Guerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9475-306X>

Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil

E-mail: mirianagronoma@hotmail.com

Louhanny Carvalho Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9676-0834>

Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil

E-mail: louhanny_carvalho@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar cultivares de beterraba submetidas à salinidade durante a fase de germinação e emergência das plântulas. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 3x5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiam em três cultivares de beterraba (Betty RZ F1, Bettollo e Scarlet Super F1) e cinco concentrações de salinidade da água de irrigação 0, 50, 100, 150 e 200 mM correspondendo às Condutividades Elétricas de 0, 6,00, 10,25, 12,44 e 14,40 dS/m. Foram calculadas as porcentagens de germinação e emergência, o índice de velocidade de germinação e emergência (IVG e IVE), tempo médio de germinação e emergência (TMG e TME) das plântulas. A cultivar Bettollo obteve as melhores médias de porcentagem de germinação e emergência na CE de 6,00 dS/m, assim como a Scarlet Super na concentração de 10,25 dS/m, sugerindo que estas cultivares sejam mais tolerantes a estas concentrações. A cultivar Betty apresentou menor germinação e emergência em todas as concentrações. Bettollo e Scarlet Super sofreram decréscimos tanto na porcentagem de germinação como na emergência nas concentrações salinas a partir de 10,25 dS/m. As maiores CE da água promoveram a redução da porcentagem de Germinação e do IVG, gerando o prolongamento do TMG para todas as cultivares. As altas concentrações salinas dificultam a entrada da água na semente ocasionando consequentemente a redução da altura de plântula, e do comprimento da radícula e do hipocótilo de todas as cultivares avaliadas.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L.; Bettollo; Betty RZ F1; Salinidade; Scarlet Super.

Abstract

The objective was to evaluate beet cultivars subjected to salinity during the germination and seedling emergence phase. A completely randomized design was used, arranged in a 3x5 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of three beetroot cultivars (Betty RZ F1, Bettollo and Scarlet Super F1) and five irrigation water salinity concentrations of 0, 50, 100, 150 and 200 mM corresponding to Electrical Conductivities of 0, 6.00, 10.25, 12.44 and 14.40 dS/m. The percentages of germination and emergence, the germination and emergence speed index (IVG and IVE), mean germination and emergence time (TMG and TME) of the seedlings were calculated. The cultivar Bettollo obtained the best average germination and emergence percentage in the EC of 6.00 dS/m, as well as Scarlet Super at the concentration of 10.25 dS/m, suggesting that these cultivars are more tolerant to these concentrations. Cultivar Betty showed lower germination and emergence at all concentrations. Bettollo and Scarlet Super suffered decreases both in germination percentage and in emergence in saline concentrations from 10.25 dS/m. The highest EC of water promoted a reduction in the percentage of Germination and IVG, generating an extension of the TMG for all cultivars. The high saline concentrations make it difficult for water to enter the seed, consequently causing a reduction in seedling height, and in the radicle and hypocotyl length of all evaluated cultivars.

Keywords: *Beta vulgaris* L.; Bettollo; Betty RZ F1; Salinity; Scarlet Super.

Resumen

El objetivo fue evaluar cultivares de remolacha sometidos a salinidad durante la fase de germinación y emergencia de plántulas. Se utilizó un diseño completamente al azar, arreglado en un esquema factorial 3x5, con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres cultivares de remolacha (Betty RZ F1, Bettollo y Scarlet Super F1) y cinco concentraciones de salinidad del agua de riego de 0, 50, 100, 150 y 200 mM correspondientes a Conductividades Eléctricas de 0, 6.00, 10.25, 12.44 y 14.40 dS/m. Se calcularon los porcentajes de germinación y emergencia, el índice

de velocidad de germinación y emergencia (IVG e IVE), tiempo medio de germinación y emergencia (TMG y TME) de las plántulas. El cultivar Bettollo obtuvo el mejor porcentaje promedio de germinación y emergencia en la CE de 6,00 dS/m, así como Scarlet Super a la concentración de 10,25 dS/m, lo que sugiere que estos cultivares son más tolerantes a estas concentraciones. El cultivar Betty mostró menor germinación y emergencia en todas las concentraciones. Bettollo y Scarlet Super sufrieron descensos tanto en los porcentajes de germinación como de emergencia en concentraciones salinas desde 10,25 dS/m. La mayor CE de agua promovió una reducción en el porcentaje de Germinación y IVG, generando una extensión de la TMG para todos los cultivares. Las altas concentraciones salinas dificultan el ingreso de agua a la semilla, provocando consecuentemente una reducción en la altura de las plántulas, y en la longitud de la radícula y del hipocótilo de todos los cultivares evaluados.

Palabras clave: *Beta vulgaris* L.; Bettollo; Betty RZ F1; Salinidad; Súper Escarlata.

1. Introdução

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é considerada uma das 10 principais hortaliças mais consumidas no país (Corrêa & Cardoso, 2017). Atualmente a área plantada no Brasil corresponde a 18 mil hectares com uma produtividade média de 15 a 20 mil kg ha⁻¹ para as variedades e de 28 a 33 mil kg ha⁻¹ para as cultivares híbridas (Santos et al., 2016).

O sucesso na produção de beterraba só foi possível graças aos avanços tecnológicos que permitiram expandir o cultivo para outras regiões do país (Corrêa et al., 2014), a exemplo do estado da Bahia.

A produção proeminente nessa região só foi possível devido a adoção de cultivares mais adaptadas as condições ambientais e o uso de irrigação em períodos de estiagem.

Nos períodos de estiagens as altas temperaturas e a evapotranspiração faz com que os níveis dos sais nos reservatórios de água aumentem, também, a irregular das chuvas e a elevada evaporação na superfície do solo, assim como pela presença de material salino acumulado no perfil do solo e principalmente pelo uso de irrigação com água de baixa qualidade limitam o crescimento e desenvolvimento de algumas culturas (Silva et al., 2011).

Para Borges et al. (2014), a salinidade pode acarretar agravos no metabolismo das sementes, reduzindo a germinação e o vigor. Por isso, é de suma importância o uso de materiais com alta qualidade genética e fisiológica.

A elevação dos teores de sais solúveis ocasiona a redução no potencial hídrico do substrato, na absorção de água pela semente e inibição da germinação devido os efeitos osmóticos e tóxicos do sal (Secco et al., 2009), e este fator pode deixar de ser um fator determinante para escolha da água e acaba se tornando um fator limitante para a produção de algumas culturas.

Apesar do efeito negativo da salinidade sobre as plantas, algumas culturas se sobressaem devido ao grau de tolerância e a capacidade em absorver água salina com maior facilidade (Silva et al., 2013). Nesse contexto, a beterraba se mostra uma boa alternativa para o plantio em solos com problemas de salinidade, pois possui boa adaptação ao excesso de sais, e atua na extração dos sais do solo (Silva et al., 2014). De acordo com Silva et al. (2013), devido a cultura ter um grau de tolerância moderado aos sais, o cultivo irrigado muitas vezes é realizado de forma indiscriminada por muitos produtores. Contudo, apesar de sua importância econômica são poucos os estudos voltados o cultivo da beterraba em ambientes salinos.

Deste modo, é fundamental estudar as cultivares submetidas a níveis de salinidade, para conhecer as condições de tolerância da cultura e a capacidade de produzir e se manter produtiva com água de baixa qualidade. Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo em avaliar cultivares de beterraba submetidas à salinidade durante a fase de germinação e emergência das plântulas.

2. Metodologia

Foram realizados dois experimentos para fins da avaliação dos efeitos das concentrações salinas sobre o crescimento inicial das plântulas de beterraba, em que no primeiro as cultivares foram avaliadas durante a fase de germinação em placa de Petri, e no segundo, avaliou-se as plântulas durante a fase de emergência.

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análises de Sementes, da Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB, Centro Multidisciplinar de Barra (11°5'23" S, 43°8'30" W, 402 m de altitude).

Nos dois experimentos foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado disposto, em esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiam em três cultivares de beterraba (Betty RZ F1, Bettollo e Scarlet Super F1) e cinco concentrações de salinidade da água de irrigação nas concentrações de 0, 50, 100, 150 e 200 mM correspondendo às Condutividades Elétricas de 0, 6,00, 10,25, 12,44 e 14,40 dS/m. As diferentes concentrações de salinidade foram obtidas pela dissolução de cloreto de sódio puro para análise (NaCl), em água destilada.

No experimento 1, onde foram avaliadas a germinação das plântulas, cada unidade experimental foi constituída por duas placas de Petri de 9 cm de diâmetro forrada com 2 discos de papel filtro, na qual foram adicionadas 50 sementes de beterraba. Em cada recipiente foram adicionados 2,0 mL de água destilada no controle ou da solução de NaCl na concentração específica para cada tratamento, e em seguida, estas foram acondicionadas em câmara de germinação tipo B.O.D., a 25 ± 1 °C, durante 15 dias (Brasil, 2009). Diariamente, foi adicionado 1,0 mL de água destilada no controle ou da solução de NaCl na concentração específica de cada tratamento.

No período de cinco dias foi quantificado o número de sementes germinadas a cada intervalo de 24 horas, e com estes valores foi determinado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), conforme Maguire (1962). Diariamente, após a semeadura, foi quantificada as sementes germinadas e ao décimo quinto dia, último dia de condução, a Percentagem de Germinação foi calculada, considerando como germinada a semente que apresentou protusão radicular mínima de 3 mm.

O Tempo Médio de Germinação (TMG) foi obtido através das contagens nos intervalos a cada 24 h das plântulas germinadas até a última contagem e calculado conforme Labouriau (1983). No décimo quinto dia, em uma amostra de 15 plântulas escolhidas aleatoriamente, foi mensurado o comprimento do eixo hipocótilo-Radícula, utilizando papel milimetrado.

Para o experimento 2, correspondente à fase de emergência, os ensaios foram realizados com uma amostra de 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada mediante as determinações que seguem.

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas (23,5 x 16,9 x 10 cm), contendo como substrato areia de granulometria fina, que foi lavada e autoclavada. A irrigação foi realizada diariamente conforme necessidade da cultura. Durante a fase de emergência, o número de plântulas emergidas foi avaliado diariamente até 15 dias após a semeadura, a quantificação do número de plântulas que apresentavam dois cotilédones visíveis; os valores foram contabilizados e calculadas a porcentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado de acordo com Maguire (1962) e o tempo médio de emergência (TME) foi quantificado conforme Labouriau (1983).

Após 15 dias de exposição aos diferentes níveis de salinidade, foram avaliadas a altura das plântulas, e em seguida, foram retiradas das bandejas, e as raízes lavadas em água corrente para remoção do substrato. Após, determinou-se o comprimento do eixo hipocótilo-radícula das plântulas, conforme segue a descrição. Em 15 plântulas tomadas aleatoriamente, foi mensurada a altura destas, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros. Os resultados foram expressos em centímetros.

Nas mesmas 15 plântulas utilizadas anteriormente, foram retiradas das bandejas e as raízes lavadas em água corrente para remoção do substrato. Em seguida, determinou-se o comprimento do eixo hipocótilo-radícula e para tal procedimento, utilizou-se do auxílio de uma folha de papel milimetrado, e os resultados foram expressos em centímetros.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste *F* a 1 ($p < 0,01$) ou 5% ($p < 0,05$) de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade, e as análises foram realizadas empregando-se o software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

3. Resultados e Discussão

Com relação aos dados de germinação é possível observar a maior porcentagem foi adquirida na testemunha (CE de 0 dS/m) da cultivar Bettollo que diferiu estatisticamente das demais cultivares estudadas ($p < 0,01$). Nota-se que a medida que se aumentavam as concentrações salinas valores inferiores foram adquiridos nas porcentagens de germinação, havendo interação entre os tratamentos avaliados. Deste modo, verifica-se que houve maior destaque na porcentagem de germinação na CE de 6,00 dS/m para a cultivar Bettollo (82,50 %) que diferiu sua média das cultivares Betty (50,50 %) e Scarlet Super (49,50 %) (Tabela 1).

Quando foram aumentadas as concentrações dos demais tratamentos estudados foi possível distinguir as cultivares mais tolerantes aos maiores níveis de sais. A porcentagem de germinação na CE de 10,25 dS/m mostrou-se tolerável apenas para a germinação da cultivar Scarlet Super (54,25%) diferindo-se estatisticamente das demais cultivares ($p < 0,01$). Também foi observado que a cultivar Scarlet Super manteve o seu desempenho semelhante ao adquirido na concentração de 6,00 dS/m. Já para o ambiente salino de CE de 12,44 e 14,40 dS/m as piores médias foram obtidas por todas as cultivares e estas não diferiram entre si (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios para Germinação das plântulas (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG) das plântulas (mm) de cultivares de beterraba obtidos no ensaio com diferentes limiares de salinidade da água de irrigação.

Condutividade Elétrica (dS/m)	G (%)**			IVG**			TMG (dias)**		
	Cultivares								
	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1
0	71,00Ab	100,00Aa	69,50Ab	12,25Aa	9,79Ab	8,59Ab	5,43Bb	7,60Aa	9,06Ba
6,00	50,50Bb	82,50Ba	49,50Bb	7,35Ba	8,47Aa	6,87Aa	5,88Ba	7,86Aa	7,91Ba
10,25	29,50Cb	36,50Cb	54,25Ba	3,21Cb	2,79Bb	8,33Aa	7,38Aa	8,77Aa	7,83Ba
12,44	9,50Da	22,00Ca	13,75Ca	0,68Ca	2,61Ba	1,56Ba	7,79Aa	5,53Bb	9,54Ba
14,40	2,50Da	4,50Da	3,00Ca	0,35Ca	0,40Ba	0,24Ba	9,37Ab	6,25Bc	13,21Aa
Média da cultivar	32,60	49,10	38,60	4,76	4,81	5,11	7,17	7,20	9,51
CV (%)	9,22			19,90			17,13		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$) de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% ($p < 0,01$) de probabilidade pelo teste *F*. CV (%): coeficiente de variação. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Para os maiores valores de germinação na concentração de 6,00 dS/m em todas as cultivares, é possível afirmar que estes resultados estão dentro dos valores de salinidade limiar (CE) de 7,0 dS/m proposto para o cultivo de beterraba, podendo a cultura se tornar mais tolerante em estádios mais avançados de crescimento (Ayers & Westcot, 1991). Foi possível observar nesse parâmetro que o percentual de germinação sofreu interferências devido as altas concentração de NaCl servindo como um indicativo no grau de tolerância para a cultura estudada. Resultados semelhantes sobre a germinação de beterraba em estresse hídrico e salino foram adquirido por Maciel et al. (2015) no qual foi constatado que as sementes de beterraba em água destilada obtiveram 80% de germinação em comparação aos tratamentos com elevadas concentrações salina (-0,4 MPa e -1,4 Mpa) que sofreram uma queda gradativa com os altos valores dos agentes osmóticos testados.

De acordo com Lima e Torres (2009), a porcentagem de germinação em substrato salino é um dos métodos mais utilizados, pois serve como um indicativo para a identificação do grau de tolerância das plantas expostas aos altos níveis de sais. Sendo as fases iniciais da germinação as mais comprometidas devido a injúria pelo desequilíbrio iônico e a toxicidade pelo excesso de sódio (Maciel et al., 2015). Para Mortelet et al. (2006) a germinação é afetada pelo o impedimento da absorção

de água devido os potenciais hídricos negativos que ocorrerem no início da embebição, podendo desta forma prejudicar os eventos relacionados ao processo germinativo.

Para Marcos Filho (2015), quando o potencial osmótico é inferior ao das células do embrião, há uma redução na porcentagem e na velocidade de germinação. Segundo Larcher (1986), o excesso de íons causa a intumescência protoplasmática que interfere na atividade enzimática e resulta conseqüentemente na produção inadequada de energia e em distúrbios na assimilação de nitrogênio. Desta forma, pode se constatar que os altos índices salinos são prejudiciais a germinação e reduz o número de plântulas normais e conseqüentemente pode gerar maiores custos e menor produção de mudas (Borges et al., 2014). Ainda de acordo com os mesmos autores, o estresse salino é considerado o maior limitante do crescimento e da qualidade do vegetal, pois interfere na absorção dos nutrientes em razão da diferença na concentração e composição iônica dos meios salinos.

Em relação ao IVG, os resultados encontrados apresentaram interação entre as cultivares e todas as condutividades elétricas estudadas. Nas condutividades estudadas, observou-se que na CE de 0 dS/m a maior média adquirida no parâmetro do IVG foi obtida pela cultivar Betty que diferiu estatisticamente das outras cultivares avaliadas. Já na CE de 6,00 dS/m as cultivares Betty, Bettollo e Scarlet Super não diferiram entre si (Tabela 1).

Para as demais condutividades elétricas nota-se que na CE 10,25 dS/m apenas a cultivar Scarlet Super apresentou maior velocidade de germinação e esta média não deferiu estatisticamente da que foi obtida na CE 6,00 dS/m. Observou-se que a medida que se elevou as concentrações salinas as condutividades elétricas aumentaram e conseqüentemente a velocidade de germinação de todas as cultivares sofreram retardamento no tempo germinativo, deste modo as CEs de 12,44 e 14,40 dS/m apresentaram efeito negativo no IVG de todas as cultivares de beterraba (Tabela 1).

Sobre o parâmetro TMG nas menores concentrações de sais a cultivar Betty obteve menor tempo médio de germinação, podendo ser verificado nas concentrações de 0 e 6,00 dS/m que não diferiram entre si. Porém, nas concentrações de 10,25, 12,44 e 14,40 dS/m a referida cultivar apresentou maior tempo para germinar e estas médias não diferiram entre si. No entanto, para a cultivar Bettollo os resultados obtidos foram contrastantes em relação aos índices de germinação nas concentrações de 0, 6,00 e 10,25 dS/m, observou-se que nessas concentrações houve maior intervalo de tempo em comparação com as demais concentrações de 12,44 e 14,40 dS/m que necessitaram de menores tempos para germinar em influência de maiores níveis de NaCl. Ressalta-se que a menor média em dias de germinação foi alcançada na CE de 14,40 dS/m e diferiu estatisticamente das cultivares Betty e Scarlet Super (Tabela 1).

Já para a cultivar Scarlet Super o seu TMG apresentou o resultado similar ao da cultivar Bettollo e superior ao da cultivar Betty quando avaliado a testemunha. Nas concentrações de 6,00 e 10,25 dS/m a cultivar Scarlet Super não diferiu estatisticamente das outras cultivares. Embora na concentração de 12,44 dS/m a cultivar Scarlet Super não tenha diferido estatisticamente da cultivar Betty, diferiu-se da cultivar Bettollo. Na CE de 14,40 dS/m a Scarlet Super obteve a maior média de tempo de geminação com o aumento da concentração de sais diferindo estatisticamente o seu resultado da cultivar Betty e Bettollo. Foi observado nesse parâmetro que a cultivar Scarlet Super manteve estável seu tempo de germinação mesmo com aumento das concentrações salinas (0 à 12,25 dS/m), tendo exceção apenas na concentração de 14,40 dS/m que diferiu estatisticamente entre si ($p < 0,01$). Portanto, estas três variáveis (%G, IVG e TMG) apresentaram resultados significativos em resposta a exposição de elevadas condutividades elétricas de NaCl (Tabela 1).

Com relação ao declínio do potencial germinativo e do IVG é possível inferir que altas concentrações salinas reduz a velocidade dos processos metabólicos e bioquímicos das sementes. Essas influências associadas a salinidade na semente estão ligadas diretamente ao retardamento ou redução da germinação, interferência na embebição e no alongamento celular do embrião, como também na dificuldade da emissão da radícula (Bansal et al., 1980). De acordo com Cruz et al. (2016) as maiores concentrações salinas refletem no aumento do TMG, na redução do IVG e na ausência de germinação. Percebe-se que

as plantas possuem comportamentos divergentes referente a exposição dos sais, sendo elas classificadas de acordo com o grau de tolerância e sensibilidade.

Para Dias et al. (2016), a sensibilidade e tolerância podem ser distintas entre as espécies e as cultivares de uma mesma espécie, como também as condições climáticas da região, o tipo de solo, o método de irrigação e o estágio de desenvolvimento da cultura, entre outros. Essas características permitem escolher as espécies de plantas com o melhor grau de tolerância para o cultivo em áreas tomadas pela salinidade. Porém, para garantir uma boa produção por todo ano nessas áreas, deve ser levada em consideração não só a cultivar a ser usada como também as condições da propriedade e do clima da região.

Para quantificar os efeitos da salinidade sobre os crescimentos dos tecidos foi avaliado o comprimento da radícula e do hipocótilo, no qual foi constatado que as plântulas de beterraba sofreram efeitos negativos com a elevação dos níveis de sais. Constatou-se que na CE de 0 dS/m as cultivares Bettollo e Scarlet Super apresentaram maior comprimento de radícula em comparação com a cultivar Betty. Na concentração com CE de 6,00 dS/m houve maior desenvolvimento no comprimento da radícula da cultivar Scarlet Super que diferiu a sua média das médias alcançadas pelas cultivares Betty e Bettollo (Tabela 2).

Do mesmo modo ocorreu na CE de 10,25 dS/m a cultivar Scarlet Super obteve maior destaque no crescimento do sistema radicular em comparação com a cultivar Betty e Bettollo que obteve a pior média nessa concentração. Foi possível constatar que a cultivar Scarlet Super possui um maior grau de tolerância a essa CE em comparação as outras cultivares avaliadas. Nos demais tratamentos com CE de 12,44 e 14,40 dS/m as cultivares não conseguiram ter um bom desenvolvimento nessa variável, resultando em médias inferiores das que foram adquiridas nas menores concentrações de sais. Também foi observado que apenas a cultivar Betty não apresentou sistema radicular na CE de 12,44 dS/m (Tabela 2).

Sobre a variável comprimento do hipocótilo foi possível observar que as medidas foram reduzindo gradativamente com o aumento das concentrações de cloreto de sódio. Diante disso, foi possível distinguir a tolerância e a sensibilidade de cada cultivar nessas concentrações. A cultivar Bettollo apresentou maior média na CE de 0 e 6,00 dS/m diferindo estatisticamente das outras cultivares ($p < 0,01$). Para a condutividade de 10,25 dS/m as maiores médias de comprimento hipocótilo foram adquiridas pelas cultivares Scarlet Super e Betty que não diferiram entre si, havendo a pior média entre todas as cultivares avaliadas na cultivar Bettollo (Tabela 2).

Em relação as concentrações de 12,44 e 14,40 dS/m os valores de todas as cultivares regrediram ainda mais com o aumento da salinidade. Nota-se que na CE de 12,44 dS a cultivar Bettollo não obteve média no comprimento do hipocótilo, assim como na concentração de 14,40 dS/m houve ausência da parte aérea de todas as cultivares (Tabela 2). Portanto, as altas concentrações de NaCl influenciaram negativamente o processo de crescimento inicial da cultura da beterraba.

Tabela 2 – Valores médios para comprimento da radícula e do hipocótilo das plântulas (mm) cultivares de beterraba obtidos no ensaio com diferentes limiares de salinidade da água de irrigação.

Condutividade de Elétrica (dS/m)	Radícula (mm)**			Hipocótilo (mm)**		
	Cultivares					
	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1
0	1,94Ab	2,65Aa	2,51Ba	1,99Ab	2,79Ba	2,05Bb
6,00	2,23Ab	2,63Ab	3,29Aa	2,73Ab	3,70Aa	2,62Ab
10,25	1,03Bb	0,48Bc	3,03Aa	1,59Ba	0,63Cb	1,62Ba
12,44	0,00C	0,04Bb	0,75Ca	0,46Ca	0,00Ca	0,37Ca
14,40	0,10Ca	0,06Ba	0,15Ca	0,00Ca	0,00Ca	0,00Ca
Média da cultivar	1,09	1,17	1,94	1,35	1,42	1,33
CV (%)	21,85			16,89		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$) de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% ($p < 0,01$) de probabilidade pelo teste *F*. CV (%): coeficiente de variação. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

O sistema radicular é bastante importante, pois além de absorver água e nutrientes é responsável por aumentar a resistência da planta ao estresse salino (Heikham et al., 2019) e ajustar a aquisição e translocação de sal (Jung & Mccouch, 2013). Um dos mecanismos de defesa adotados pelas plantas em exposição a salinidade é a capacidade de acumular nos vacúolos íons ou solutos orgânicos com baixo peso molecular para que possa manter a absorção de água e turgência da célula (Munns & Tester, 2008).

A presença de salinidade na radícula nas fases iniciais de crescimento da plântula pode comprometer o seu desenvolvimento (Bernardes et al., 2015). Além disso, a salinidade pode desencadear toxicidade na radícula nas plantas, reduzir o tamanho e a presença de pelos absorventes e provocar o amarelecimento na estrutura (Taiz & Zeiger, 2009). Independente da concentração total dos sais, a toxicidade pode alojar os íons da água salina ou do solo nos tecidos da planta causando reduções no crescimento da cultura (Dias et al., 2016).

É possível que a redução de crescimento de plantas salinizadas se dê devido ao rápido aumento da pressão osmótica externa e com o lento acúmulo de sódio nos tecidos, de modo que o estresse osmótico difere do efeito iônico, pois o efeito osmótico apresenta um efeito rápido no crescimento e na taxa de crescimento. Conforme Munns e Tester (2008) o efeito iônico tem um impacto menor e mais lento no crescimento principalmente em concentrações salinas baixas e moderadas. Ainda assim, os mecanismos de tolerância aos estresses salino e hídrico são desconhecidos, desta forma, é necessário identificar os genótipos mais tolerantes a esses eventos para auxiliar no entendimento desses mecanismos e os níveis de estresse tolerado, sendo a avaliação em laboratório mais apropriado por não ter as interferências como no campo.

Sobre o segundo experimento, observa-se também que a porcentagem de emergência foi afetada negativamente pelo aumento das condutividades elétricas da água de irrigação. As maiores médias foram adquiridas pelas testemunhas (0 dS/m) para as cultivares Bettollo e Betty que não diferiram entre si, sendo a cultivar Scarlet Super a cultivar com menor taxa de emergência entre as três. Para a CE 6,00 dS/m dentre as médias alcançadas nesse parâmetro a maior foi obtida pela cultivar Bettollo que diferiu estatisticamente da cultivar Betty e Scarlet Super. Observa-se que a média obtida na condutividade de 6,00 dS/m pela cultivar Bettollo não se difere da adquirida na concentração inferior de CE 0 dS/m (Tabela 3).

Para a emergência das cultivares na CE de 10,25 dS/m, verificou-se que a cultivar Scarlet Super apresentou uma porcentagem que não diferiu entre si da média alcançada na CE de 6,00 dS/m constatando assim que esta cultivar foi mais tolerante em comparação as outras cultivares. No entanto, nas demais concentrações salinas de CE de 12,44 e 14,40 dS/m todas as cultivares avaliadas obtiveram as piores porcentagens de emergência. Devido aos efeitos deletérios dos sais a cultivar Bettollo foi a única com emergência de plântula nula na concentração de 14,40 dS/m comprovando que a cultivar não tem tolerância para a referida condutividade (Tabela 3).

Com relação ao IVE alcançado na testemunha foi possível evidenciar que a Scarlet Super apresentou a maior média diferindo das cultivares Betty e Bettollo ($p < 0,01$). Já para a condutividade de 6,00 dS/m ambas as cultivares não diferiram as médias entre si. Na CE de 10,25 dS/m a Scarlet Super demonstrou um valor alto nas velocidades de emergências em comparação as outras cultivares. Isso comprova que a cultivar Scarlet Super é mais tolerante a esse ambiente salino e obteve um número significativo de plântulas emergidas em leito de areia. Para as CE de 12,44 e 14,40 dS/m houve uma menor velocidade de emergência das sementes de beterraba para ambas as cultivares estudadas, indicando que estas concentrações são mais prejudiciais ao desenvolvimento das plântulas (Tabela 3).

Sobre o tempo de emergência em leito de areia a cultivar Betty apresentou menor tempo de emergência nas CEs de 0, 6,00 e 14,40 dS/m que não diferiram entre si. Foi verificado o maior tempo de emergência nas CEs 10,25 e 12,44 dS/m promovendo maior prolongamento na emergência em leito de areia para esta cultivar (Tabela 3).

Com relação ao tempo médio de emergência da cultivar Bettollo, observou-se que nas concentrações de 0, 6,00 e 10,25 dS/m foi adquirido as menores médias de tempo de emergência. Em seguida na CE de 12,44 dS/m esta cultivar obteve

maior tempo para emergir diferentemente ocorreu na CE de 14,40 dS/m que houve tempo de emergência nulo, isso se sucedeu em detrimento da sensibilidade dessa cultivar a alta concentração salina que não permitiu a semente emergir (Tabela 3). Para a cultivar Scarlet Super foi constatado que as médias não diferiram entre si com a elevação dos níveis salinos, o tempo médio de emergência se manteve estável mesmo exposta em diferentes concentrações de NaCl porém as médias obtidas no TME foram inferiores das alcançadas pelas cultivares Betty e Bettollo nas condutividades elétricas de 0 à 14,40 dS/m (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios para Emergência das plântulas (E), Índice de Velocidade Emergência das plântulas (IVE) e Tempo Médio de Emergência (TME) das plântulas (mm) de cultivares de beterraba obtidos no ensaio com diferentes limiares de salinidade da água de irrigação.

Condutividade Elétrica (dS/m)	E (%)**			IVE**			TME (dias)**		
	Cultivares								
	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1
0	80,50Aa	88,00Aa	38,25Aab	5,24Ab	5,85Ab	6,54Aa	9,51Ba	9,63Ba	6,44Ab
6,00	56,50Bb	81,50Aa	30,25Ac	4,22Aa	5,39Aa	5,09Ba	7,93Ba	9,34Ba	6,51Ab
10,25	19,00Ca	25,50Ba	26,75Aa	0,94Bb	1,40Bb	4,05Ba	12,66Aa	10,56Ba	7,19Ab
12,44	2,00Da	8,00Ca	11,50Ba	0,07Bb	0,30Ba	1,38Ca	15,00Aa	14,38Aa	8,63Ab
14,40	1,50Da	0,00Ca	8,75Ba	0,05Ba	0,00Ba	1,10Ca	8,30Ba	0,00Ca	8,30Ab
Média das cultivares	31,90	40,60	23,10	2,10	2,59	3,63	10,52	8,78	7,41
CV (%)	13,49			15,04			17,09		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$) de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% ($p < 0,01$) de probabilidade pelo teste *F*. CV (%): coeficiente de variação. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Comportamento similar foi observado por Gurgel et al. (2003), estudando estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de acerola, constatou que a salinidade reduziu de forma linear a percentagem do processo germinativo das plântulas emergidas e o índice de velocidade de emergência. A redução da velocidade de emergência pode ser justificada pela a exposição das sementes a salinidade que promove a redução do potencial osmótico do meio, e consequentemente aumenta o tempo de embebição de água pelas sementes ocasionando o prolongamento da emergência dessas plântulas (Marcos-Filho, 2015).

A capacidade de adaptação osmótica é uma reposta fisiológica da planta submetida ao estresse salino que é um indicativo de tolerância aos elevados índices de sais, como também é um indicativo da melhor capacidade de estabelecimento e uniformidade dos estandes. Sendo a exclusão e/ou a compartimentalização a resposta de algumas plantas ao mecanismo de tolerância aos efeitos causados pela salinidade (Esteves & Suzuki, 2008). Esses mecanismos de tolerância aos sais podem ser simples através do envolvimento de algumas vias químicas (Esteves & Suzuki, 2008), ou complexo envolvendo mecanismo de manutenção do sistema respiratório e fotossintético (Munns, 1993). Com isso, pode ser constatado que cada cultivar pode ter respostas diferentes mesmo exposta ao mesmo nível de salinidade, podendo gerar na maioria dos casos menor uniformidade entre as plântulas e apresentar maior ou menor tempo de emergência, como também a presença de efeitos mais danosos nas plântulas.

Quando avaliado a altura, o comprimento da radícula e do hipocótilo das plântulas de beterraba houve uma queda acentuada nesses parâmetros em detrimento das maiores concentrações de cloreto de sódio. Para os valores do parâmetro altura constatou-se que na CE de 0 dS/m a cultivar Bettollo diferiu sua média das cultivares Scarlet Super e Betty ($p < 0,01$). Na CE de 6,00 dS/m a cultivar Scarlet Super mostrou ter melhor desenvolvimento da plântula nessa condição em comparação as demais cultivares. Do mesmo modo a cultivar Scarlet Super apresentou melhor desenvolvimento na altura da plântula na CE

10,25 dS/m, não diferindo estatisticamente da média alcançada na CE 6,00 dS/m e diferindo estatisticamente das cultivares Betty e Bettollo (Tabela 4).

As maiores concentrações salinas ocasionaram a redução da altura de plântula de todas as cultivares. Foi observado que na CE de 12,44 dS/m todas as cultivares obtiveram as piores médias e estas não diferiram estatisticamente entre si. Também foi observado que a cultivar Betty não houve crescimento de plântula, assim como, na condutividade de 14,40 dS/m não houve crescimento em altura para as cultivares Betty e Bettollo. Embora a cultivar Scarlet Super obteve resultados nas CE de 12,44 e 14,40 dS/m, esses valores foram inferiores em comparação aos dados obtidos nas menores condutividades elétricas (Tabela 4).

A distinção entre o parâmetro comprimento de radícula e hipocótilo mostrou-se eficiente para a distinção entre tolerância e sensibilidade das cultivares. Na avaliação do sistema radicular a cultivar Bettollo obteve o maior comprimento desse órgão na testemunha diferindo estatisticamente das demais cultivares ($p < 0,01$). Para a CE de 6,00 dS/m as cultivares Betty e Bettollo apresentaram as maiores médias em comparação a Scarlet Super. Já para a CE de 10,25 dS/m apenas a cultivar Scarlet Super obteve o melhor desenvolvimento da radícula diferentemente das cultivares Bettollo e Betty. Nas concentrações de 12,44 e 14,40 dS/m os efeitos deletérios dos sais promoveram reduções significativas nos valores dos comprimentos das radículas de todas as cultivares. Havendo nas concentrações de CE de 12,44 dS/m o comprimento da radícula nulo para a cultivar Betty e na CE de 14,40 dS/m a ausência dessa estrutura para as cultivares Betty e Bettollo (Tabela 4).

Sobre o comprimento do hipocótilo das plântulas de beterraba foi observado que os maiores valores foram alcançados pelas cultivares Bettollo e Scarlet Super na testemunha. Por seguinte, na CE de 6,00 ds/m a cultivar Scarlet diferiu estatisticamente ($p < 0,01$) das outras cultivares avaliadas, tendo a menor média obtida pela cultivar Betty. A Scarlet Super conseguiu ter um bom desenvolvimento de hipocótilo na CE de 10,25 dS/m diferindo estatisticamente das cultivares Betty e Bettollo. Nota-se que nas CE de 12,44 e 14,40 dS/m a cultivar Scarlet Super teve uma melhor média nessa estrutura em comparação as demais cultivares, porém, esses valores são inferiores aos obtidos em menores condutividades elétricas estudadas. Pode-se comprovar que estas referidas condutividades elétricas apresentaram efeitos nocivos ao desenvolvimento das plântulas de beterrabas e que cada cultivar respondeu de forma peculiar aos efeitos destes sais (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios para altura de plântula, comprimento da radícula e do hipocótilo das plântulas (mm) de cultivares de beterraba obtidos no ensaio com diferentes limiares de salinidade da água de irrigação.

Condutividade Elétrica (dS/m)	Altura (cm)**			Radícula (mm)**			Hipocótilo (mm)**		
	Cultivares								
	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1	Betty RZ F1	Bettollo	Scarlet Super F1
0	2,57Ab	3,44Aa	2,69Ab	4,16Ab	5,73Aa	2,99Ac	3,27Ab	3,86Aa	3,60Aa
6,00	1,64Bb	1,38Bb	2,06Ba	2,45Ba	2,91Ba	2,20Bb	1,65Bc	2,03Bb	2,70Aa
10,25	0,33Cb	0,30Cb	1,80Ba	0,37Cb	0,64Cb	1,67Ba	0,17Cb	0,57Cb	3,20Aa
12,44	0,00Ca	0,03Ca	0,34Ca	0,00Ca	0,15Ca	0,46Ca	0,07Cb	0,08Cb	0,98Ba
14,40	0,00Ca	0,00Ca	0,50Ca	0,00Ca	0,00Ca	0,54Ca	0,25Cb	0,00Cb	1,12Ba
Médias das cultivares	0,90	1,02	1,47	1,39	1,89	1,57	1,08	1,31	2,32
CV (%)	16,83			12,31			19,20		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$) de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% ($p < 0,01$) de probabilidade pelo teste *F*. CV (%): coeficiente de variação. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Verificou-se que em resposta ao estresse salino tanto a raiz como a parte aérea tiveram o seu crescimento prejudicado, podendo haver o crescimento compensatório. Deste modo dados semelhantes foram apurados por Silva et al. (2013) ao avaliarem as relações hídricas em plantas de beterraba em diferentes níveis de concentrações, foi verificado redução na

capacidade de absorção de águas pelas plantas em concentrações acima de 6,0 dS/m, ocasionando redução nos aspectos fisiológicos avaliados.

Conforme Silva et al. (2013) ao avaliarem a cultivar Early Wonder em ambiente protegido sobre influência de salinidade, nessas condições o aumento da salinidade resultou na redução do crescimento e dos parâmetros fisiológicos da cultivar. Igualmente Oliveira et al. (2015) estudando emergência e crescimento de plântulas de beterraba cultivar Chata do Egito sob estresse salino, constataram que as raízes das plantas de beterraba foram as mais afetadas por serem mais sensíveis do que a parte aérea durante as fases iniciais da planta. Ainda de acordo com os mesmos autores o efeito dos íons específicos em altas concentrações salinas pode ser prejudicial não só ao desenvolvimento das raízes como pode comprometer a formação do tubérculo na fase inicial da cultura.

Embora, para Mohammad et al. (1998) o acréscimo da salinidade promove a redução do comprimento das raízes e em algumas plantas o cloreto de sódio tende a acumular o maior efeito nas folhas e posteriormente nas raízes (Parida et al., 2004). A dificuldade da entrada de água na semente ocasiona o baixo crescimento das plântulas em virtude da dificuldade da planta absorver, transportar e utilizar os íons necessários em benefício do crescimento e desenvolvimento (Araújo et al., 2018). Esse fato pode ser justificado pela ação dos íons de Na^+ e Cl^- que se acumulam em diferentes órgãos das plantas afetando negativamente na absorção de água pelas raízes das plantas e causando consecutivamente a redução da expansão dos tecidos e limitando o crescimento das células e tecidos (Schossler et al., 2012).

A redução do crescimento das plantas também está ligada com a perda de água nas raízes, devido ao seu potencial osmótico ser menor do que o solo (Dias et al., 2016). O mecanismo de sobrevivência adotado pelas plantas em situação de estresse salino são a redução de absorção das quantidades de água, crescimento mais lento e redução de suas atividades fotossintética. Para a adaptação ao sal existe uma inibição ao crescimento que é atribuída aos processos de manutenção ao estresse que envolve maior gasto de energia, esses processos de adaptação envolve a regulação da síntese de solutos orgânicos para proteção de macromoléculas e osmorregulação, a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células como também a manutenção da integridade das membranas celulares (Esteves & Suzuki, 2008).

Portanto, foi possível através desse estudo observar que os diferentes níveis de concentrações salinas promoveram a redução do potencial osmóticos das sementes e afetaram consequentemente o desenvolvimento das plântulas de beterraba. Os resultados adquiridos permitiram evidenciar quais são as concentrações salinas críticas para as fases de iniciais de crescimento e estabelecimento das plântulas de beterraba, bem como a importância em selecionar cultivares que apresentem melhor tolerância a essas condições de salinidade em regiões afetadas por este problema.

4. Conclusão

Na fase de germinação das sementes, as cultivares Bettollo em solução com a CE de 6,00 dS/m e Scarlet Super F1 na CE de 10,25 dS/m apresentaram maior tolerância a salinidade. Na fase de emergência das plântulas, a cultivar Bettollo apresentou melhor desenvolvimento na CE de 6,00 dS/m e a Scarlet Super F1 em 10,25 dS/m, sugerindo que estas cultivares sejam as mais indicadas para condições de cultivo com água de irrigação com maior concentração salina. Para as condutividades mais elevadas, todas as cultivares em tela apresentaram maior sensibilidade à salinidade, com efeitos negativos sobre o crescimento inicial das plântulas de beterraba.

Referências

Araújo, M. L., Magalhães, A. C. M., Abreu, M. G. P., Maciel, J. P., & Melhorança Filho, A. L. (2018). Efeito de diferentes potenciais osmóticos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de feijão enxofre. *Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 22 (3), 201-204. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2018v22n3p201-204>

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1991). A qualidade de água na agricultura. Campina Grande: UFPB. 2018 p. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29.

- Bansal, R.P., Bhati, P. R., & Sen, D. N. (1980). Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. *Biologia Plantarum*, 22 (5), 327-331. <https://doi.org/10.1007/BF02908976>
- Bernardes, P. M., Mengarda, L. H. G., Lopes, J. C., Nogueira, M. U., & Rodrigues, L. L. (2015). Qualidade fisiológica de sementes de repolho de alta e baixa viabilidade sob estresse salino. *Nucleus*, 12 (1), 77-86. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1105>
- Borges, C. T., Deuner, C., Rigo, G. A., Oliveira, S., & Moraes, D. M. (2014). O estresse salino afeta a qualidade fisiológica de sementes de rúcula? *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 10 (19), 1049-1057.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 395 p. Livestock and Supply.
- Corrêa, C. V., Cardoso, A. II., Souza, L. G., Antunes, W. L. P., & Magolbo, L. A. (2014). Produção de beterraba em função do espaçamento. *Horticultura Brasileira*, 32 (1), 111-114. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000100019>
- Corrêa, C. C., & Cardoso, A. II. (2017). Competição de variedades e híbridos de beterraba. *Revista Cultivando Saber*, 10 (1), 14-21. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/771>
- Cruz, F. R. S., Andrade, L. A., & Alves, E. U. (2016). Estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. *Ciência Florestal*, 26 (4), 1189-1199. <https://doi.org/10.5902/1980509825110>
- Dias, N. S., Blanco, F. F., Souza, E. R., Ferreira, J. F. F., Sousa Neto, O. N., & Queiroz, I. S. R. (2016). Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyi, H. R., Dias, N. S., Lacerda, C. F., & Gomes Filho, E. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 151-162.
- Esteves, B. S., & Suzuki, M. S. (2008). Efeito da salinidade sobre as plantas. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (4), 662-679. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2883337>
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37 (3), 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Gurgel, M. T., Fernandes, P. D., Santos, F. J. S., & Gheyi, H. R. (2003). Germination and rootstock development of West Indian cherry under saline stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7 (1), 21-36. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000100006>
- Heikham, E., Devi, T. S., Gupta, S., & Kapoor, R. (2019). Mitigation of salinity stress in plants by arbuscular mycorrhizal symbiosis: current understanding and new challenges. *Frontiers in Plant Science*, 10 (470), 1-32. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00470>
- Labouriau, L. G. (1983). *A germinação das sementes*. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. 174p.
- Larcher, W. (1986). *Ecofisiologia vegetal*. EPU. 319 p. Livestock and Supply.
- Lima, B. G., & Torres, S. B. (2009). Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Revista Caatinga*, 22 (4), 93-99. <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1455>
- Maciel, K. S., Lopes, J. C., Moraes, C. E., Farias, C. C. M., & Lima, P. A. M. (2015). Germinação de sementes de beterraba em condições de estresse hídrico e salino. *Nucleus*, 12 (2), 189-200. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1167>
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES. 659 p.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2 (1), 176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Mohammad, M. S., Shibli, R., Ajlouni, M., & Nimri, L. (1998). Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21 (1), 1667-1680. <https://doi.org/10.1080/01904169809365512>
- Mortele, L. M., Lopes, P. C., Braccini, A. L., & Scapim, C. A. (2006). Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas a estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*, 28 (3), 169-176. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000300024>
- Munns, R. (1993). Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment*, 16 (1), 15-24. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1993.tb00840.x>
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59 (1), 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Parida, A. K., Das, A. B., & Mohanty, P. (2004). Effects of salinity on biochemical components of the mangrove. *Aegiceras corniculatum-aquatic Botany*, 80 (1), 77-87. DOI: 10.1016/j.aquabot.2004.07.005
- Santos, D. P., Santos, C. S., Silva, P. F., Pinheiro, M. P. M. A., & Santos, J. C. (2016). Crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação suplementar com água de diferentes concentrações salinas. *Revista Ceres*, 63 (4), 509-516. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040011>
- Schossler, T. R., Machado, D. M., Zuffo, A. M., Andrade, F. R., & Piauilino, A. C. (2012). Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 8 (15), 1563-1578. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3724>
- Secco, L. B., Queiroz, S. O., Dantas, B. F., Souza, Y. A., & Silva, P. P. (2009). Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. *Revista Verde*, 4 (4), 129-135. <https://doi.org/10.18378/rvads.v4i4>

Silva, A. O., Silva, D. J. R., Soares, T. M., Silva, E. F. F., Santos, A. N., & Rolim, M. M. (2011). Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6 (1), 147-155. 10.5039/agraria.v6i1a929

Silva, A. O., Klar, A. E., & Silva, E. F. F. (2013). Produção da cultura da beterraba irrigada com água salina. *Revista Engenharia na Agricultura*, 21 (3), 271-279. <https://doi.org/10.13083/reveng.v21i3.391>

Silva, A. O., Silva, E. F. F., Klar, A. E., & Cunha, A. R. (2014). Evapotranspiração e coeficiente de cultivo para a beterraba sob estresse salino em ambiente protegido. *Irriga*, 19 (3), 375-389. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p375>

Taiz, L., & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia Vegetal*. (4a ed.), Artmed. 719p.