

## **Produção de mudas de berinjela submetida a diferentes substratos e estresse salino**

Markson Luan do Vale Oliveira<sup>1</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>2</sup>

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de mudas de berinjela cv. Embu irrigadas com águas salinas e cultivadas em diferentes substratos orgânicos. O experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente à Universidade Da Integração Internacional Da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x2, referentes a cinco substratos (SB1= solo, SB2= solo (65%) + areia lavada (25%) + algas secas (15%), SB3 = solo (65%) + areia lavada (25%) + biocarvão (15%), SB4 = solo (65%) + areia lavada (25%) + casca de arroz (15%) e SB5= solo (65%) + areia lavada (25%) + esterco bovino (15%) e duas condutividades elétricas da água (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup> e A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>), com 4 repetições de 25 sementes. Avaliou-se porcentagem (PE), índice de velocidade (IVE), tempo médio (TME), velocidade média (VME) de emergência, altura de plântula (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC), massa seca parte área (MSPA), raiz (MSR) e total (MST). Os substratos SB1 e SB2 proporcionaram melhores PE, e junto ao SB3 melhores TME e VME. A salinidade não afetou a PE, mas prejudicou o TME e VME. O substrato SB2 atenuou os efeitos da A2 para AP e CR, enquanto os SB1, SB2 e SB3 favoreceram a AP e DC na A1. Os substratos SB3 e SB5 na A1 evidenciaram maior CR. O substrato SB5 reduziu os efeitos do estresse para MSPA, MSR e MST da berinjela.

**Palavras chaves:** *Solanum melongena*, emergência, salinidade

<sup>1</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção, CE, Brasil. E-mail: luan98@aluno.unilab.edu.br

<sup>2</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção, CE, Brasil. E-mail: sousagg@unilab.edu.br -

## **Production of eggplant seedlings with replacement of different substrates and saline stress**

### **Abstract**

The objective of this work was to evaluate the initial growth of eggplant seedlings cv. Embu irrigated with saline water and cultivated in different organic substrates. The experiment was carried out at the Aurora Seedling Production Unit (UPMA), belonging to the Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. A completely randomized design (DIC) was used, in a 5x2 factorial scheme, referring to five substrates (SB1= soil, SB2= soil (65%) + washed sand (25%) + dried algae (15%), SB3 = soil (65%) + washed sand (25%) + biochar (15%), SB4 = soil (65%) + washed sand (25%) + rice husk (15%) and SB5= soil (65%) + sand washed (25%) + cattle manure (15%) and two electrical conductivities of water (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup> and A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>), with 4 replications of 25 seeds. percentage (PE), velocity index (IVE), average time (TME), average emergence velocity (VME), seedling height (AP), root length (CR), stem diameter (DC), dry mass area (MSPA), root (MSR) and total (MST). The substrates SB1 and SB2 provided better PE, and together with SB3, better TME and VME. Salinity did not affect the PE, but harmed the TME and VME. The substrate SB2 attenuated the effects of A2 for AP and CR, while SB1, SB2 and SB3 favored AP and DC in A1. The substrates SB3 and SB5 in A1 showed higher CR. The SB5 substrate reduced the effects of stress for MSPA, MSR and MST in eggplant.

**Key words:** *Solanum melongena*, emergency, salinit

## Introdução

A horticultura é uma atividade agrícola que desempenha importante papel no setor econômico nacional, contudo no semiárido nordestino é limitada pelas irregularidades pluviométricas. Essa característica tornam a produção dependente do uso de sistemas de irrigação, sobretudo nos períodos de estiagem, que pode variar de julho a dezembro (BEZERRA, 2018). A produção de mudas possui grande importância nesse sentido, visto que no crescimento inicial há uma menor quantidade de água empregada para a irrigação, além de possibilitar o transplante de mudas sadias e reduzir as perdas de sementes em campo (NETO et al., 2019).

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma espécie economicamente importante da família Solanaceae, de ciclo perene, e tem como centro de origem as regiões do Oriente Médio, sendo cultivada há séculos na Índia e China e se difundindo ao redor do mundo (BARDIVIESSO et al., 2014). Tem se expandido consideravelmente nos últimos anos, principalmente porque seus frutos apresentam características peculiares no uso em dietas fitoterápicas, porém alguns fatores limitam a capacidade produtiva da berinjela, como por exemplo a baixa disponibilidade de água e nutrientes e a elevada concentração de sais solúveis na solução do solo (LIMA et al., 2015; DAMASCENO et al., 2022).

A salinidade da água de irrigação compromete as relações hídricas, e alterações na absorção e utilização de nutrientes, causando prejuízos nos processos fisiológicos da planta. Durante o crescimento inicial de muda, há a interferência dos sais na viabilidade e vigor de germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas (NOGUEIRA et al, 2020). Segundo Ayers & Westcot, (1999) a cultura da berinjela é uma espécie moderadamente sensível aos sais e possui salinidade limiar próxima de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ , sem perdas significativas no crescimento das plantas, produção e qualidade dos frutos.

Alguns estudos que possibilitem atenuar total ou parcialmente os efeitos causados pelo estresse salino na produção de mudas vêm sendo testado em culturas agrícolas, como a utilização de substratos alternativos cuja matéria prima do mesmo esteja em abundância em dada região. Silva Júnior et al. (2020) constataram que o substrato contendo vermiculita + fibra de coco amenizou o efeito do estresse salino no crescimento inicial de mudas de melancia. Oliveira et al. (2015a) investigando a produção de mudas do maracujá amarelo em substrato contendo solo + esterco ovino em proporção de (2:1), observou maior crescimento inicial e acúmulo de matéria seca nas mudas quando irrigadas com salinidade e cultivadas neste substrato.

A utilização de substratos alternativos se faz viável em virtude da elevada disponibilidade, os dejetos animais e restos vegetativos na maioria das vezes são descartados sem a percepção das

vantagens que eles propiciam a agricultura. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de berinjela cv. Embu irrigadas com águas salinas e cultivadas em diferentes substratos orgânicos.

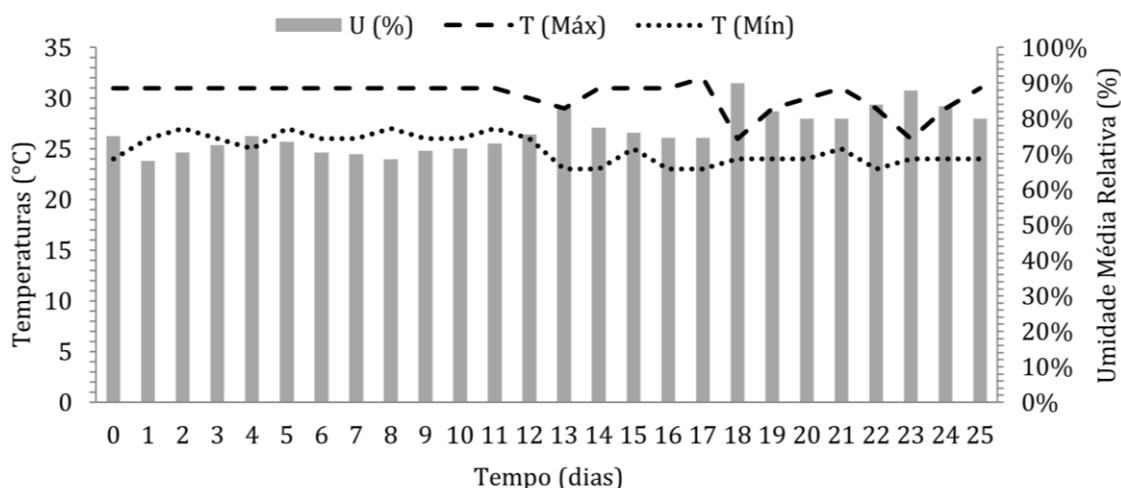
## Metodologia

O experimento foi conduzido em estufa telada com 50% de sombreamento na Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), em Redenção, Ceará. A cidade está localizada no Maciço de Baturité, situada em 04° 13 '33"S, 38°43'50" W, com altitude de 88 metros. O clima da região é Aw, caracterizando-se como tropical chuvoso, muito quente, com chuva distribuída nas estações verão a outono (KOPPEN, 1923).

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x2, os tratamentos aplicados foram cinco substratos (SB1 = solo, SB2 = solo (65%) + areia lavada (25%) + algas secas (15%), SB3 = solo (65%) + areia lavada (25%) + biocarvão (15%), SB4 = solo (65%) + areia lavada (25%) + casca de arroz (15%) e SB5 = solo (65%) + areia lavada (25%) + esterco bovino (15%) e 2 águas de rega (A1 = 0,5 dS m<sup>-1</sup> e A2 = 2,0 dS m<sup>-1</sup>), com 4 repetições de 25 sementes.

As sementes utilizadas foram de Berinjela cv. Embu, semeadas em 5 bandejas de isopor com capacidade de 200 células cada, de 40 cm<sup>3</sup> de volume. Cada bandeja comportou 2 tratamentos, um com água de menor salinidade e outro com água de maior salinidade. Todas as células receberam uma semente que foi posta a 2 cm de profundidade.

O solo utilizado no preparo dos substratos é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo segundo a EMBRAPA (2018). Os dados meteorológicos obtidos durante o período experimental estão presentes na Figura 1. Houve uma média de precipitação pluviométrica em torno de 187,64 mm durante a avaliação do experimento. (FUNCEME, 2022).



**Figura 1.** Temperaturas máximas e mínimas e umidade média relativa do município de Redenção durante o período do experimento (fevereiro a março, 2022).

Fonte: INMET, 2022, adaptado autor.

A água de menor salinidade utilizada para irrigação foi a de abastecimento a qual apresentou condutividade elétrica de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Para a formulação da solução salina os sais  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  foram utilizados no preparo das águas de irrigação, que foi determinada de forma a se obter a CEa (condutividade elétrica da água) desejada na proporção 7:2:1 (RHOADES et al., 2000). Em razão dos substratos já possuírem concentrações de sais, a água de maior salinidade foi formulada a uma CEa inferior a limiar. A irrigação foi manual e realizada através de um turno de rega diário, até dar início à drenagem na parte inferior das bandejas (MAROUELLI; BRAGA, 2016).

As primeiras variáveis a serem analisadas foram percentagem de emergência (PE%), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade média de emergência (VME) e tempo médio de emergência (TME), que ocorreram durante 10 dias após sementeira (DAS), salientando-se que a primeira emergência se deu aos 05 DAS.

Para determinar a PE foi utilizado o método proposto por Labouriau e Valadares (1976):  $PE = N \div A \times 100$ , em que PE = percentagem de emergência; N = número total de sementes emergidas; A = número total de sementes semeadas. O IVE foi obtido conforme estabelecido por Maguire (1962):  $IVE = (N1D1) + (N2D2) \dots (NnDn)$ , onde: IVE = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas emergidas no dia; D = números de dias após a sementeira.

O TME foi feito conforme sugerido por Labouriau (1983):  $TME = (\sum NiTi) / \sum Ni$ , em que TME = tempo médio de emergência (dias); Ni = número de sementes emergidas no intervalo entre cada contagem; Ti = tempo decorrido entre o início da emergência e a i-ésima contagem. Para a variável VME foi aplicado a equação, segundo Labouriau e Valadares (1976):  $VME: 1/TME$ .

O experimento finalizou aos 25 DAS, quando foram coletadas 5 plantas por repetição e aferidas, com auxílio de régua graduada em centímetros e paquímetro digital em milímetros, a altura de planta (AP), comprimento de raiz (CR), e diâmetro de caule (DC). Após foram acondicionadas em estufa a  $65^\circ \text{ C}$  para secagem durante 48h, e então realizada pesagem para obtenção de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR). A e massa seca total (MST) foi obtida através do somatório entre a MSPA+MSR.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas aplicando-se o software estatístico Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## Resultados e Discussões

Com base na análise de variância (Tabela 1), a porcentagem de emergência (PE) foi afetada com significância ( $p < 0,01$ ) apenas pelo fator substrato. Houve interação entre os fatores (água e substrato) somente para a variável índice de velocidade de emergência (IVE), a nível de 5%

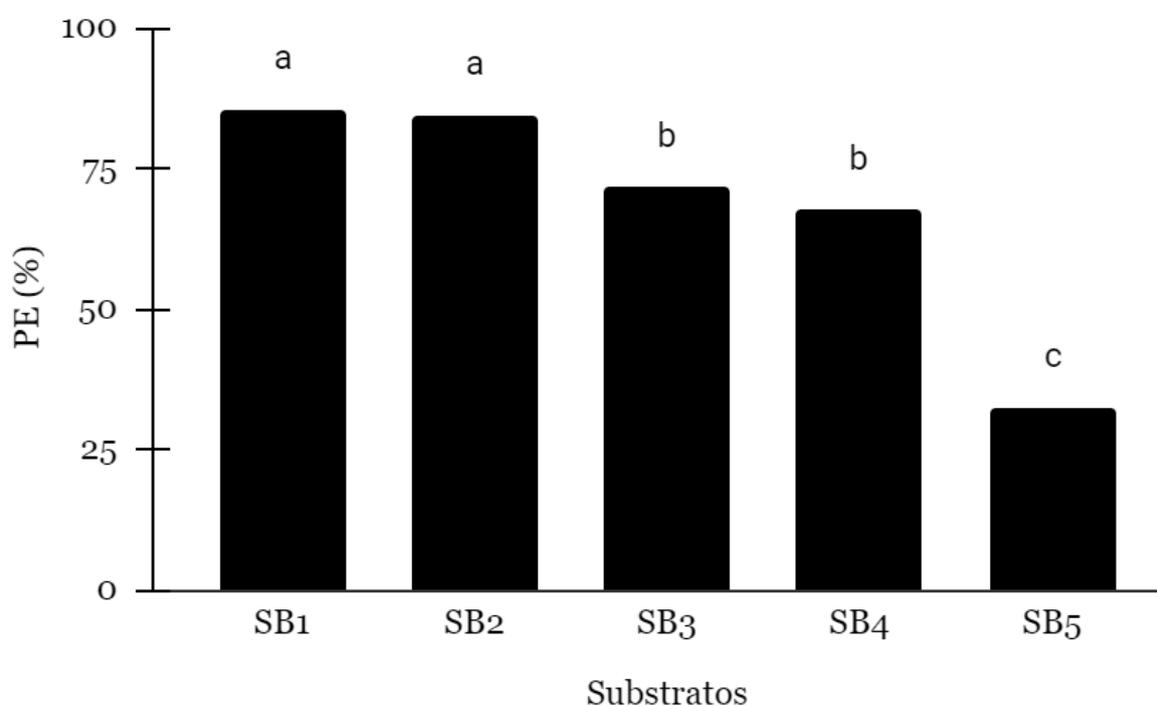
de probabilidade. Enquanto para tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) houve efeito isolado ao nível de 1% de probabilidade para ambos os fatores.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) da plântula de berinjela a níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes substratos.

FV	GL	Quadrado Médios			
		PE%	IVE	TME	VME
Água (A)	1	291,60 <sup>ns</sup>	42,78**	0,793**	0,00014**
Substratos (SB)	4	3701,60**	74,74**	0,541**	0,00009**
A X SB	4	77,60 <sup>ns</sup>	3,21*	0,028 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>
Tratamentos	9	1712,04**	39,40**	0,341**	0,00006**
Resíduo	30	75,60	0,93	0,025	0,00000
Total	39	-	-	-	-
MG	-	68,30	6,93	8,68	0,11530
CV%	-	12,73	13,93	1,85	1,84

FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ), \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 \leq p < 0.05$ ), ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ).

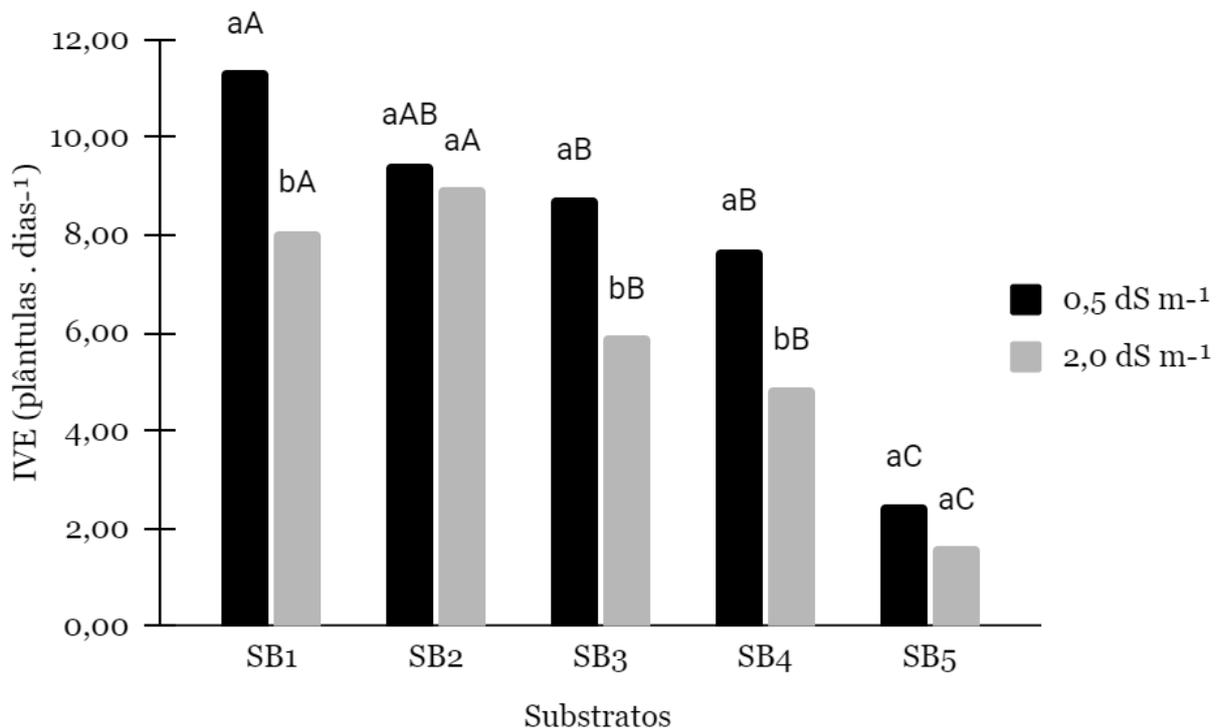
Na Figura 2, percebe-se que para porcentagem de emergência (PE) houve efeito isolado dos substratos, sendo que as melhores médias foram verificadas no SB1 e SB2, com taxas de 85,5% e 84,5% de plântulas emergidas, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais substratos. Enquanto o SB5 culminou nos menores resultados de porcentagem, atingindo somente 32,5% de emergências de sementes.



**Figura 2.** Percentagem de emergência em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de ( $p < 0.01$ ) de probabilidade.

Resultados distintos foram verificados por Terra et al. (2014), ao trabalharem com a influência de substratos no desenvolvimento da alface, do qual evidenciaram que o substrato de esterco bovino efetuou a maior porcentagem de germinação das sementes, não diferindo do substrato testemunha solo e de casca de arroz carbonizada. Embora o esterco bovino presente no SB5, condicione qualidade ao solo e a planta, pode também causar danos, visto que o esterco bovino, assim como qualquer outro adubo orgânico, possui teores de sais em sua composição. Portanto é possível afirmar que mesmo não havendo adição de água de maior salinidade neste tratamento, pode ter ocorrido estresse abiótico nas sementes a partir dos sais já contidos no substrato SB5.

Na Figura 3 observa-se que a A2 ( $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) quando aplicada nos substratos SB1, SB3 e SB4, influenciou de forma negativa o IVE das sementes submetidas a este tratamento. Lopes et al. (2020) avaliando o efeito de salinidade na *Solanum gilo* Raddi encontraram redução do IVE quando submetidas a CEA superiores a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , comprovando que níveis salinos acima dos encontrados nas águas de abastecimento ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), podem acarretar danos nesta variável principalmente quando submetido a substratos orgânicos que já detém a presença de sais.

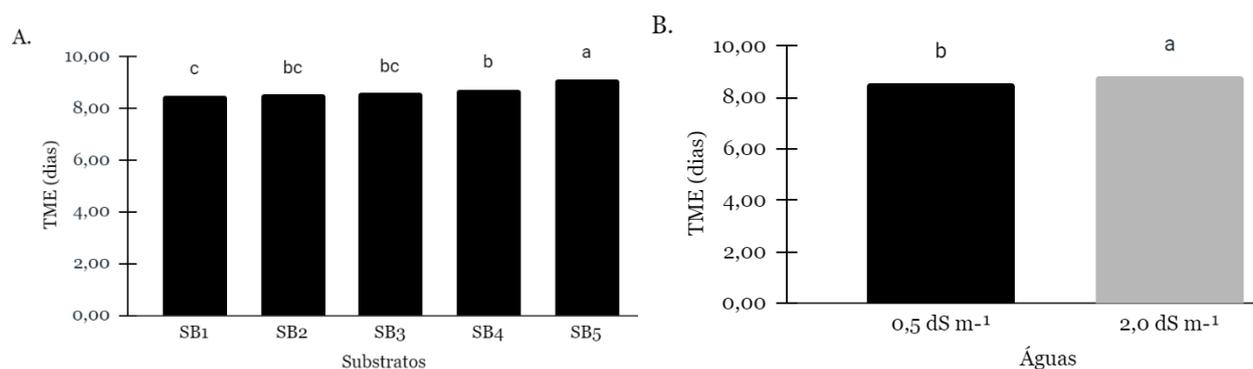


**Figura 3.** Índice de velocidade de emergência de plântulas de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1:  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ; A2:  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Já o SB2 demonstrou ser eficiente em cultivo com água de maior salinidade, atenuando os efeitos do excesso de sais. Isso pode ser explicado pela textura arenosa presente na composição desse substrato, conforme Novais et al. (2007) a textura do solo tem grande influência sobre os efeitos de NaCl, visto que solos arenosos têm menor capacidade de retenção de sais.

Corroborando essa afirmativa, Borges et al. (2018) verificaram diferença significativa ao trabalhar com o tomate submetido a níveis de salinidade em solo arenoso x terra vegetal, onde o solo arenoso gerou os melhores índices de germinação para a cultura, assim como para berinjela. O SB5 também não apresentou diferença entre as águas de irrigação, no entanto, apresentou as menores velocidades de emergência.

O tempo médio de emergência (Figura 4A) foi influenciado diretamente pelo substrato SB5 gerando maior quantidade de dias para emergência, e diferindo negativamente de todos os substratos, tendo um aumento de 0,63 dias em comparação ao substrato testemunha. Oliveira et al. (2019), constataram efeito contrário para o feijão caupi, em que o esterco bovino efetuou os menores TME em relação aos substratos compostos por casca de arroz e biocarvão.

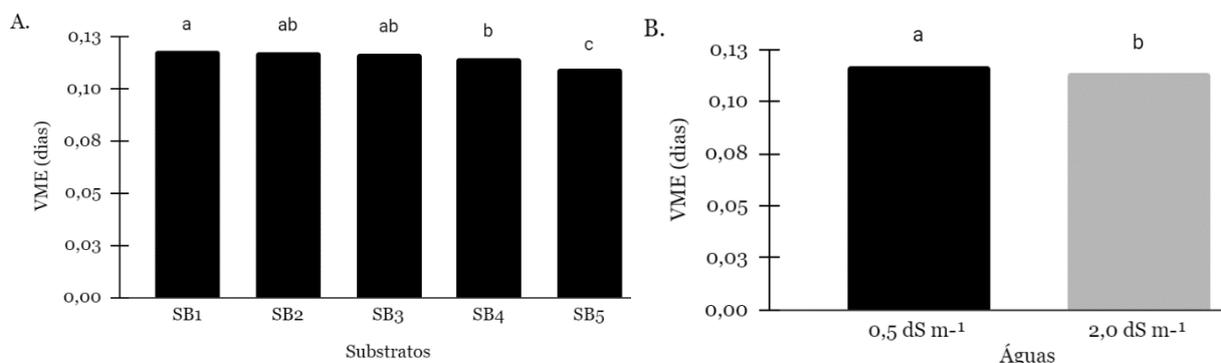


**Figura 4.** Tempo médio de emergência em função de diferentes substratos (A) e salinidade (B). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de ( $p < 0.01$ ) de probabilidade.

Observa-se na Figura 4B, que as plântulas obtiveram maior acréscimo de TME quando irrigadas com água de maior salinidade. Resultados semelhantes foram verificados por Albuquerque et al. (2016) ao analisarem a interação entre 2 cultivares de pepino submetidas a 5 níveis de salinidade, os autores observaram que conforme ocorria o aumento da salinidade havia o acréscimo de TME. O efeito deletério ocorrido nesta variável deve-se a restrição da absorção de água pelas sementes em detrimento da redução do potencial osmótico da solução do substrato, devido as altas concentrações de sais solúveis (CEITA et al, 2020).

Para a variável VME (Figura 5A), apenas o SB5 diferiu estatisticamente dos demais obtendo a menor velocidade média de emergência total de plântulas. O mesmo resultado foi encontrado por Silva et al. (2019) que registraram as menores velocidades de emergência em plântulas de maracujá amarelo cultivadas no substrato composto por esterco bovino curtido.

Enquanto para a água, os tratamentos com maior salinidade apresentaram retardo na velocidade de emergências das mudas (Figura 5B). A salinidade da água possui a capacidade de reduzir o potencial osmótico do substrato e aumentar o tempo de contato do sistema sementes-sais, o que acarreta dificuldade de embebição de água pela semente, prolongando, portanto, a duração para as plântulas emergirem (MEDEIROS S. et al., 2016)



**Figura 5.** Velocidade média de emergência em função de diferentes substratos (A) e águas de irrigação (B). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de ( $p < 0.01$ ) de probabilidade.

Na Tabela 2 apresenta-se os resultados obtidos a partir da análise de variância das medidas biométricas, na qual ocorreu interação significativa entre os fatores para todas as variáveis, sendo altura de plântula (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de caule (DC) a nível 1% de probabilidade.

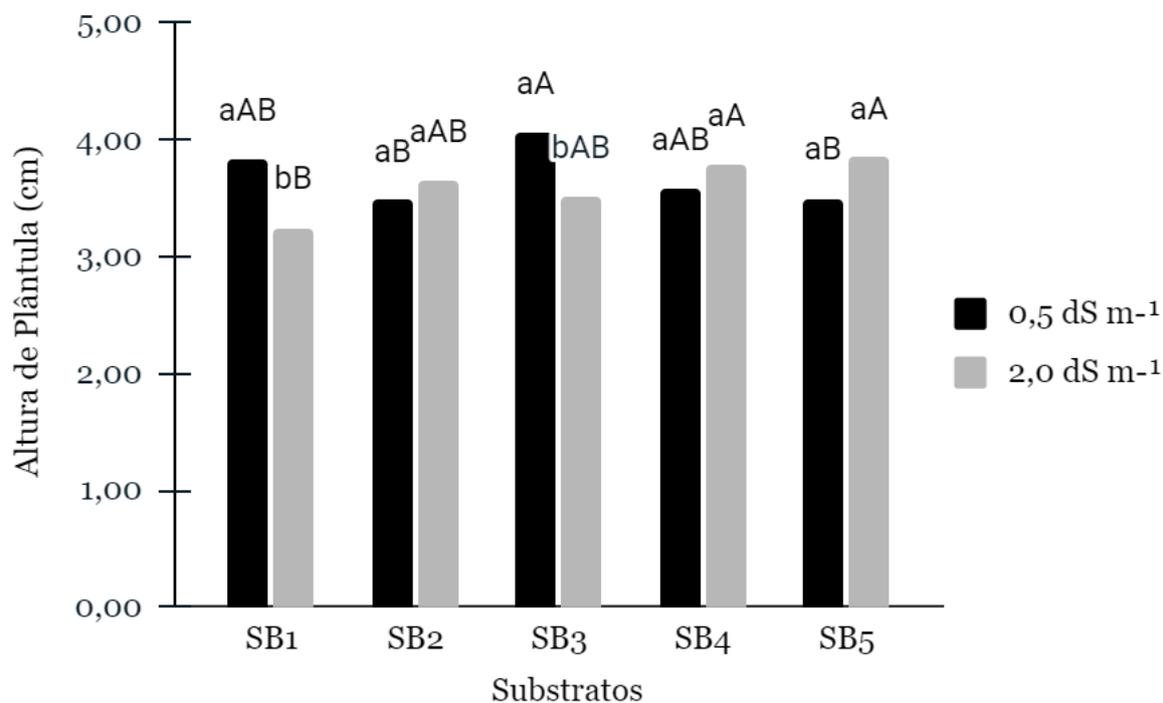
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para altura de plântula (AP), comprimento de raiz (CR), e diâmetro de caule (DC) da plântula de berinjela a níveis de salinidade da água de irrigação em diferentes substratos.

FV	GL	Quadrado Médios		
		AP	CR	DC
Água (A)	1	0,07056 <sup>ns</sup>	0,97344**	0,33124**
Substratos (SB)	4	0,08167 <sup>ns</sup>	0,34953*	0,02191*
A X SB	4	0,39479**	0,85686**	0,03986**
Tratamentos	9	0,21960**	0,64433**	0,06426**
Resíduo	30	0,05719	0,12187	0,00781
Total	39	-	-	-
MG	-	3,65	5,07	0,89
CV%	-	6,55	6,88	9,92

FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ), \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 = < p < 0.05$ ), ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ).

Conforme a Figura 6, a água salina diferiu estatisticamente causando a redução de AP nos substratos SB1 e SB3, enquanto os demais obtiveram efeito contrário, embora não tenham diferido. Lopes et al. (2017) afirmam que a salinidade da água interfere de forma negativa no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois os sais agem diretamente inibindo os processos fisiológicos e bioquímicos do organismo vegetal. Nesse sentido, é possível que o excesso de sais

possa ter limitado a nutrição das plântulas de berinjela, assim como impedido a ação dos hormônios responsáveis pelo seu crescimento.

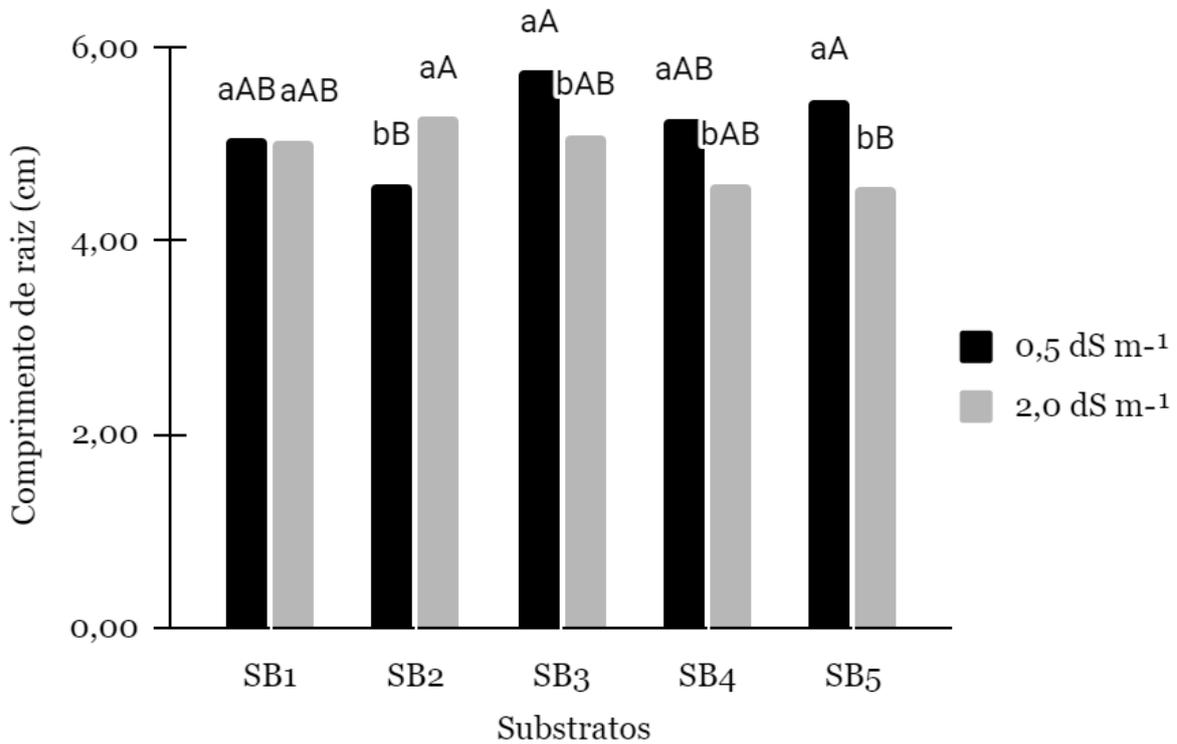


**Figura 6.** Altura de plântulas (AP) de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup>; A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Os substratos apresentaram resultados similares, onde apenas o SB3 foi superior ao SB2 e SB5. Quando irrigado com água de maior salinidade, o substrato SB1 foi o que demonstrou menores valores de AP. Dias et al. (2019), observaram em estudo com a cultura da rúcula que o substrato a base de solo associado a água salina reduziu a altura de plantas, assim como ocorreu neste trabalho para a berinjela no SB1 (solo).

Esses mesmos autores justificam que o efeito deletério ocorrido pode ser em razão do baixo teor de matéria orgânica presente no substrato composto por solo, visto que a fertilidade do substrato tem a capacidade de aumentar a tolerância da planta à salinidade, e na falta desta, a planta se torna totalmente suscetível aos danos do estresse salino.

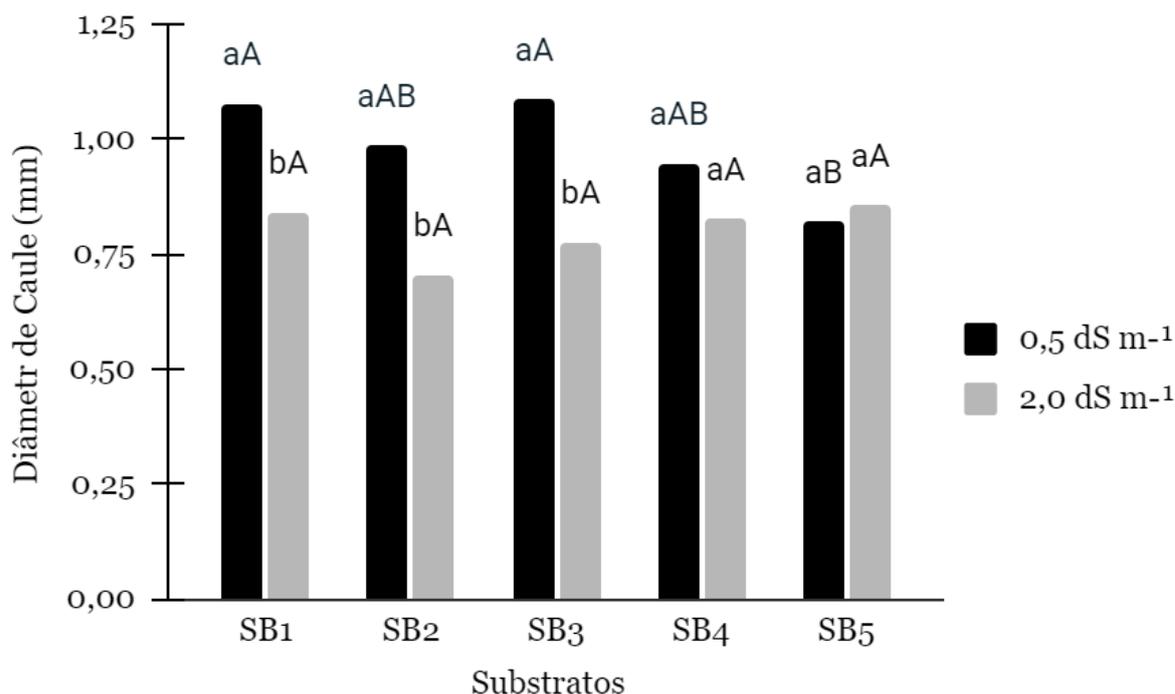
Conforme a Figura 7, a exceção do substrato SB1 todos os demais diferiram em função da água de irrigação para comprimento de raiz, com destaque para o substrato SB2, que teve efeito positivo quando aplicado água de maior salinidade e, negativo na A1. As concentrações de sais tendem a reduzir os parâmetros de crescimento das plantas em virtude da toxicidade, porém observa-se o contrário neste substrato. Os sais da água de irrigação devem ter sido drenados junto a água, e a matéria orgânica existente das algas pode ter direcionado uma melhor nutrição, gerando melhor crescimento radicular das mudas no substrato SB2.



**Figura 7.** Comprimento de raiz (CR) de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup>; A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

No SB3, SB4 e SB5 a água salina gerou efeito negativo, acarretando decréscimo das raízes, possivelmente os sais diluídos na água de irrigação podem ter obstruído a porosidade desses substratos devido a contração e/ou expansão da argila em função dos cátions, causando o encharcamento do solo e limitando o crescimento radicular dessas plântulas (MEDEIROS P. et al., 2016). O fato de as raízes ficarem em contato direto com os sais da água de irrigação, também contribuem para essa redução, tendo em vista a toxicidade causada pelos íons.

Na Figura 8 nota-se que a A2 foi estatisticamente inferior a A1 nos SB1, SB2 e SB3, causando decréscimo de diâmetro de caule, em contrapartida o SB4 e SB5 não apresentaram diferença significativa para água de irrigação. Lopes et al. (2017) avaliando cultivares de meloeiro submetidos à salinidade em diferentes substratos, observaram que o uso de esterco bovino independentemente do nível de salinidade aplicado, o diâmetro de caule mantinha-se constante. Isso significa dizer que o esterco bovino pode ser eficiente em atenuar os prejuízos dos sais para o desenvolvimento de diâmetro de caule.



**Figura 8.** Diâmetro de caule (DC) de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup>; A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Quando se utilizou água de maior salinidade os substratos apresentaram tendência similar, já na A1 o substrato SB5 deteve a menor média, e os demais demonstraram semelhanças entre suas médias. Resultados opostos foram constatados por Silva Júnior et al. (2020), ao avaliar a produção de mudas de melancia irrigadas com águas salinas sob diferentes substratos, no qual o substrato a base de esterco bovino foi superior aos demais para diâmetro de caule na água de menor salinidade.

Na tabela 3 está situado os resultados da Anova para fitomassa das plântulas, dos quais houve interação significativa a 1% de probabilidade entre os fatores (água e substrato), para todas as variáveis estudadas, sendo massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST).

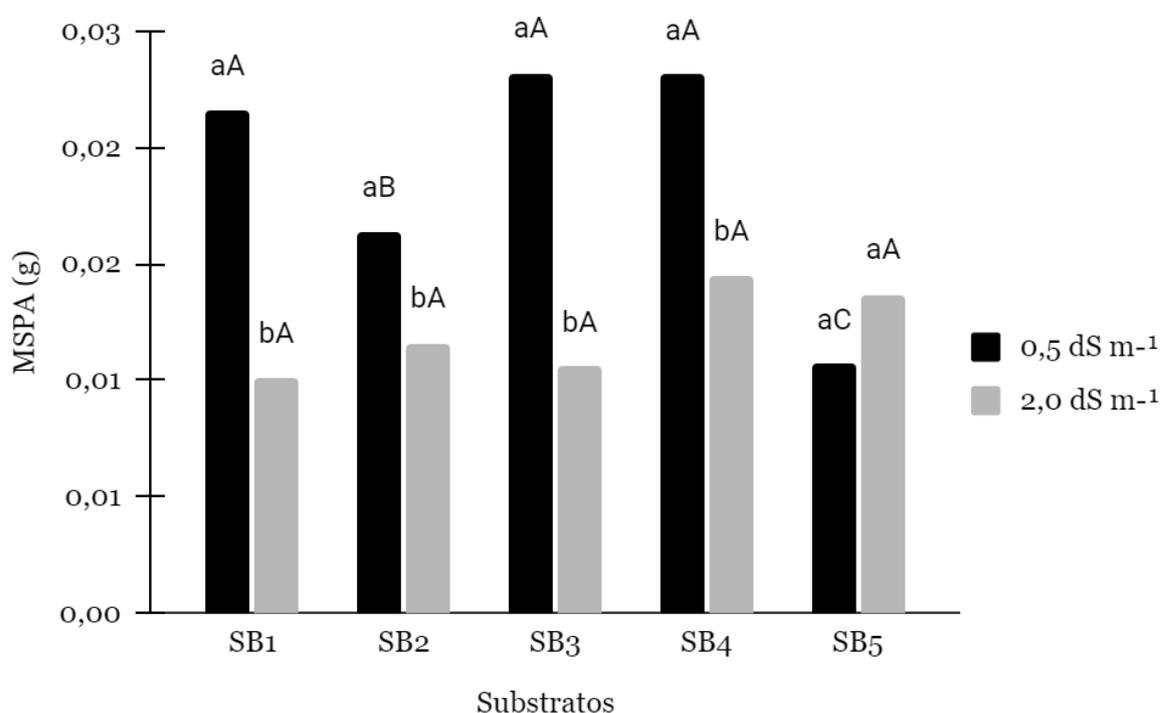
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) da plântula de berinjela a níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes substratos.

FV	GL	Quadrado Médios		
		MSPA	MSR	MST
Água (A)	1	0,00048**	0,00027**	0,00147**
Substratos (SB)	4	0,00005**	0,00004**	0,00016**
A X SB	4	0,00008**	0,00004**	0,00021**
Tratamentos	9	0,00100**	0,00007	0,00033**
Resíduo	30	0,00015	0,00000	0,00001
Total	39	-	-	-
MG	-	0,01556	0,01038	0,02594
CV%	-	14,16	15,99	12,47

FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ), \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 \leq p < 0.05$ ), ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ).

Na Figura 9 percebe-se uma similaridade dos efeitos da água de irrigação entre os substratos SB1, SB2, SB3 e SB4, que sofreram influência negativa do uso de água salina. O nível de salinidade aplicado a esses substratos pode ter elevado a pressão osmótica, limitando a força de embebição de água pela planta, assim como a assimilação de nutrientes, reduzindo significativamente a MSPA das plântulas (DIAS et al., 2016).

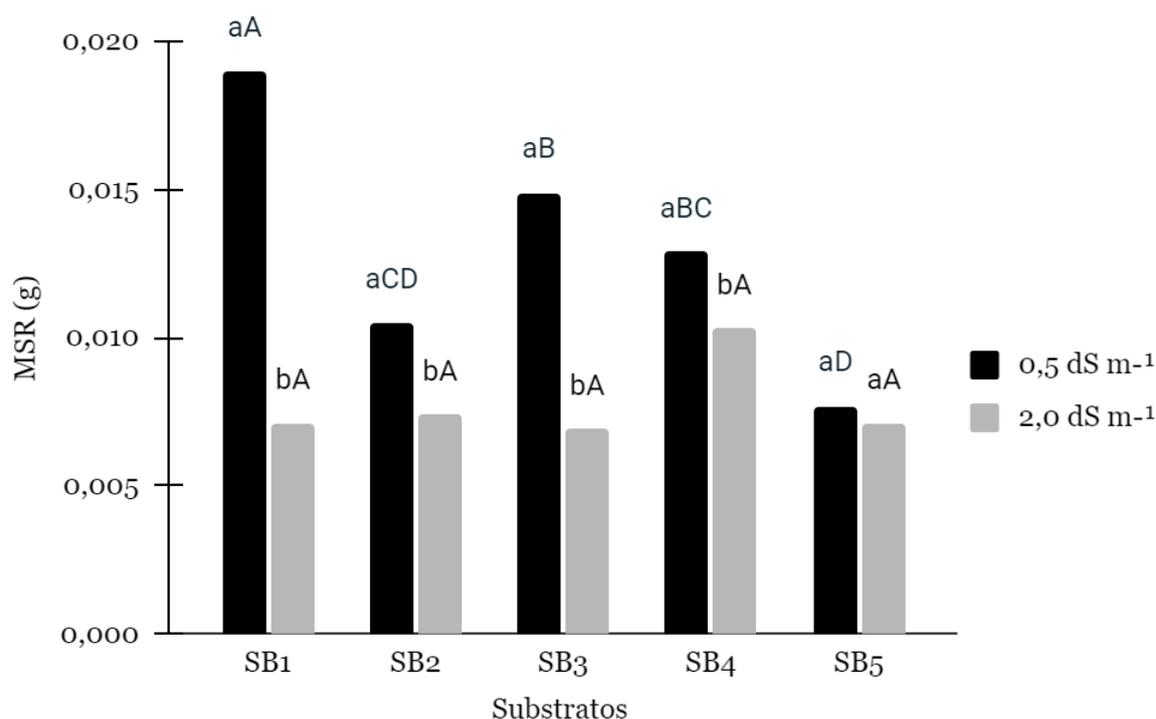
Importante ressaltar ainda que o substrato SB5 não diferiu em relação as concentrações salinas presente na água de irrigação para esta variável. Os substratos somente apresentaram diferença de médias entre o tratamento de água de menor salinidade no qual o substrato SB2 e SB5 mostraram reduções significativas de biomassa da parte aérea. No tratamento de água salina os valores de massa seca se mantiveram próximos resultando em médias iguais.



**Figura 9.** Massa seca parte aérea (MSPA) de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup>; A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Para a variável MSR as plântulas de berinjelas demonstraram sensibilidade à salinidade na maioria dos substratos (Figura 10), com exceção do substrato SB5 que não diferiu. O uso de água salina provoca altas concentrações de íons no solo, o que pode ter promovido alterações iônicas e tóxicas no sistema radicular das plântulas, reduzindo seu crescimento radicular (OLIVEIRA, et al., 2015b).

O substrato SB5 proporcionou a atenuação desses efeitos negativos para MSR, no entanto direcionou as piores médias para essa variável no tratamento de água de maior salinidade. O substrato SB1 apresentou a melhor média de MSR diferindo estatisticamente de todos os outros substratos dentro da A1, possivelmente essa maior MSR seja em virtude das plântulas terem um grande número de raiz, visto que neste mesmo substrato não se destacou quanto a variável comprimento de raiz. Já para água salina não houve divergência entre as médias dos substratos.

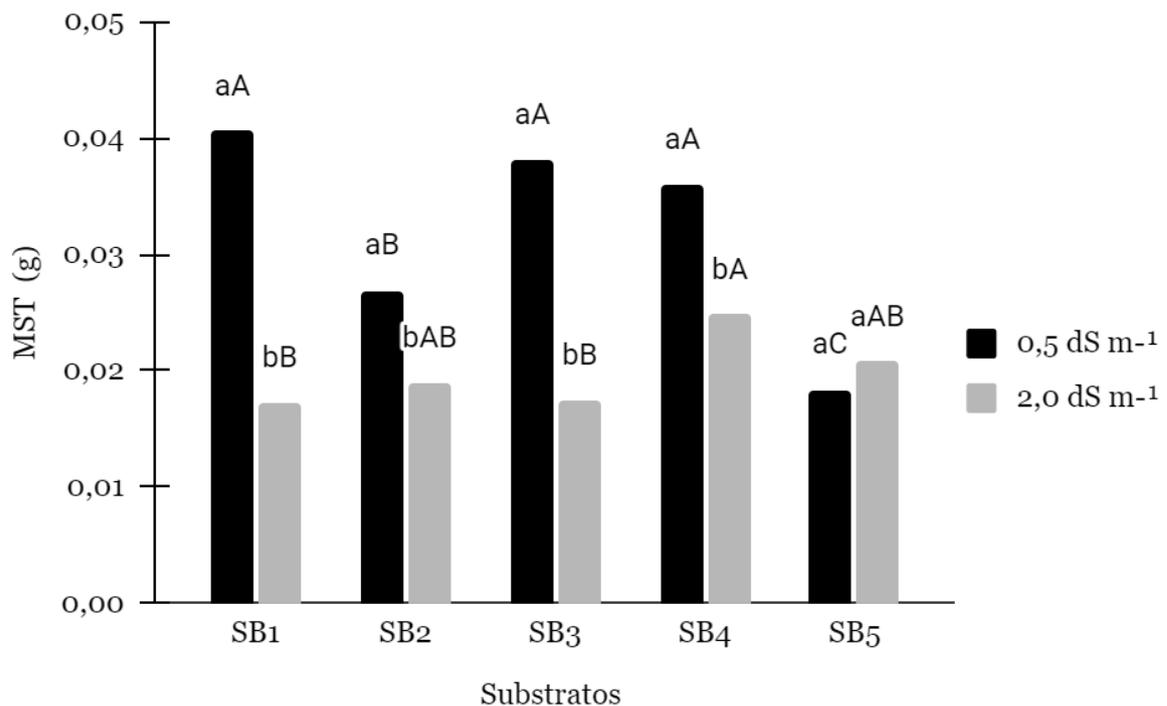


**Figura 10.** Massa seca raiz (MSR) de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup>; A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade

Na Figura 11, observa-se que a água de maior salinidade agiu de forma semelhante na maioria dos substratos, onde proporcionou menor acúmulo de MST, o substrato SB5 foi o único que não diferiu em função dos níveis de sais presentes na água. Porém, Sousa et al. (2020) aplicando níveis de salinidade à cultura do sorgo em substratos distintos, constataram que o substrato com presença de esterco bovino, reduziu significativamente a massa seca de raiz quando submetido ao estresse salino.

Os substratos SB1, SB3 e SB4 demonstraram diferença significativa em relação aos SB2 e SB5, com efeito positivo na água de menor salinidade. Essas maiores MST foram obtidas nestes substratos em detrimento dos resultados observados nas variáveis de MSPA e MSR, onde esses substratos efetuaram os maiores valores de massa seca.

Já o substrato SB4 diferiu positivamente do SB1 e SB3, mostrando que a casca de arroz com a aplicação de A2 tem decréscimos menos pronunciados, porém não se diferencia dos substratos SB2 e SB5. Segundo Castellanos et al. (2015) a casca de arroz é um material orgânico rico em silício (SI), enquanto alguns autores como Shi et al. (2013) discutem que o silício possui capacidade de reduzir o transporte de sódio (Na) nas raízes da planta e as concentrações de sais na mesma, nesse sentido o SI contido no SB4 pode ter interceptado maiores reduções de MST.



**Figura 11.** Massa seca total (MST) de berinjelas em função de diferentes substratos (SB1: Solo; SB2: Algas; SB3: Biocarvão; SB4: Casca de arroz; SB5: Esterco bovino) e águas de irrigação (A1: 0,5 dS m<sup>-1</sup>; A2: 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As médias seguidas pela mesma letra minúsculas (Águas) e maiúsculas (Substratos) não diferem estatisticamente entre si ao Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

## Conclusões

Os substratos SB1 e SB2 proporcionaram as melhores PE. Esses mesmos substratos junto ao SB3) demonstraram ser eficiente para as variáveis TME e VME. O estresse salino não interferiu na PE, mas afetou negativamente TME e a VME.

O substrato SB2 atenuou os efeitos negativos da água de maior salinidade para AP e CR. O uso de água de menor salinidade associada aos substratos SB1, SB2 e SB3 proporcionou melhor desempenho em DC e a AP.

O uso dos substratos SB3 e SB5 concomitantemente com água de menor salinidade evidenciaram maior CR. O substrato SB5 atenuou os efeitos do estresse salino para MSPA, MSR e MST, de mudas de berinjela.

## Referências

- ALBUQUERQUE, J. R. T. de; SILVA SÁ, F. V. da; OLIVEIRA, F. A. de; PAIVA, E. P. de; ARAÚJO, E. B. G; & SOUTO, L. S. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**. v. 10, n. 2, p. 486-495, 2016.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água para irrigação. Campina Grande: **Universidade Federal da Paraíba**, 1999.
- BARDIVIESSO, E. M.; COSTA, E.; BARCELOS, M. N.; BARDIVIESSO, D. M.; MURAKAMI, L. F. Crescimento de berinjela verde em diferentes substratos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 1, p. 17-25, jul./set. 2014.
- BEZERRA, D. D. S. B; DIAS, B. C. C; RODRIGUES, L. H. D. S; TOMAZ, R. B; Dos SANTOS, A. L. S; JUNIOR, C. H. L. S. Análise dos focos de queimadas e seus impactos no maranhão eventos durante a estimativa no período de 1988 a 2016. **Revista Brasileira De Climatologia**. 22.446 – 462, 2018
- BORGES, R. PEREIRA; NOGUEIRA, L. T; CECCHIN, D; PEREIRA, C. R; HÜTHER, C. MOLL. Germinação de sementes de tomate submetidas a diferentes concentrações de cloreto de sódio e substratos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 573. 2018.
- CASTELLANOS, C. I., DA ROSA, M. P., DEUNER, C., BOHN, A., BARROS, A. C., & MENEGHELLO, G. E. Aplicação ao solo de cinza de casca de arroz como fonte de silício: efeito na qualidade de sementes de trigo produzidas sob stresse salino. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 95-104, 2016.
- CEITA, E. D. R. de; DE SOUSA GEOCLEBER, G. G; THOMAS, J., DE SOUSA, M; GOES, G. F; DA SILVA, F. D. B. Emergência e crescimento inicial em plântulas de cultivares de fava irrigada com águas salinas. *Revista brasileira de agricultura irrigada*, v. 14, n. 1, p. 3854-3864, 2020.
- DAMASCENO, L. F., COVA, A. M. W; GHEYI, H. R; ALMEIDA, W. F. D; DIAS, J. A. A. L; RIBEIRO, V. D. S. Produção e consumo hídrico da berinjela sob estresse salino irrigada por gotejamento contínuo e pulsos. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, p. 450-459, 2022.
- DIAS, M. dos S; REIS, L. S; SANTOS, R. H. S. dos; ALMEIDA, C. A. C. de; PAES, R. de A.; ALBUQUERQUE, A. W. de; SILVA, F. de A. da. Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Colloquium Agrariae**, Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). [S.L.], v. 15, n. 4, p. 26, 1 ago. 2019.
- DIAS, N. da S; BLANCO, F. F; SOUZA, E. R. de; FERREIRA, J. F. da S. NETO, O. N. de S; QUEIROZ, Í. S. R. de. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S; LACERDA, C. F. de; GOMES Filho, E. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: **INCTSal**, 2.ed. Cap. 11. p. 151-152. 2016.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF, p. 353, 2018.
- FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO G. S. Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 4, p. 981-988, 2018.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Disponível em: <<http://www.funceme.br/app-calendario/ano/ceara/media/2021>> Acesso: 24 mai. 2022

KOPPEN, Wladimir.; Die Klimate der Erde. Berlin: W. **Guyter**, 1923. 369p

KRATZ, D; WENDLING, I., NOGUEIRA, A. C; SOUZA, P. V. D. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37, p. 1103-1113, 2013.

LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes, Washington: **OEA**, 1983. 174 p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LIMA, L. A., de OLIVEIRA, F. D. A., de CÁSSIA Alves, R., LINHARES, P. S. F., de MEDEIROS, A. M. A., & BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista agro@mbiente on-line**, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.

LOPES, M. Â. C; SILVEIRA MUNIZ, R. V. da; ALVES, S. S. V; FERREIRA, A. C; SILVA SÁ, F. V. da; SILVA, L. de A; Água salina e substratos no crescimento inicial do meloeiro. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 472, 2017.

LOPES, M. de F. de Q; SOUSA, L. V. de; SILVA R. T. da; ANDRADE, F. H. A. de; LIMA, L. K. S; R. BRUNO de L. A. Emergência e vigor de sementes de *Solanum gilo* Raddi submetida a diferentes níveis de água salina. **MAGISTRA**, v. 31, p. 590, 2020.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and 102 vigor. **Crop Sci.**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. Método prático do tato-aparência do solo para manejo de irrigação em hortaliças. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, P. 20, 2016.

MEDEIROS, PEDRO R. F. DE; SILVA, ÊNIO F. DE F. E; DUARTE, SERGIO N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S; LACERDA, C. F. de; GOMES Filho, E. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: **INCTSal**, 2.ed. Cap. 11. p. 115. 2016.

MEDEIROS, S. A. da S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M. do; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **IRRIGA**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 779–7M95, 2016.

NETO, J. G. dos A; ALVES, A. U; LIMA, E. de A; CARDOSO, E. de A. NETO, A. de M. Necessidade térmica de mudas de pimentão cultivadas em estufa. In: FRANCISCO, P. R. M. *et al.* **Ciência, Desenvolvimento e Inovação na Engenharia e Agronomia Brasileira**. Campina Grande: Epgraf, 2019. Cap. 12. p. 115-123.

NOGUEIRA, N. W; FREITAS, R. M. O. de; LEAL, C. C. P. TORRES, S. B. Estresse salino na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de jurema-branca. **Adv. For. Sci**, Cuiabá, v. 7, n. 3, p. 1081-1087, 2020

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017p.

OLIVEIRA, A. W. F. de; MARQUES, V. B.; da SILVA Junior, F. B.; da SILVA Guilherme, J. M.; BARBOSA, A. S.; & de SOUSA, G. G. Emergência e crescimento de plântulas de Feijão-Caupi em substratos irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 4, p. 3556, 2019.

OLIVEIRA, F. A. DE, LOPES, M. ÂNGELA C., SÁ, F. V. DA S., NOBRE, R. G., MOREIRA, R. C. L., SILVA, L. DE A., & PAIVA, E. P. DE. Interaction of irrigation water salinity and substrate on the production of yellow passion fruit seedlings. **Comunicata Scientiae**, 6(4), 471–478, 2015a

OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.1, p.01-06, 2015b.

RHOADES, JD; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 9: 62-68, 2013

SILVA JUNIOR, F. B. D.; SOUSA, G. G. D.; SOUSA, J. T.; Lessa, C. I. N.; & SILVA, F. D. B. D. Salt stress and ambience on the production of watermelon seedlings. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 518-528, 2020.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, L. G. F; DE SALES, R. A; ROSSINI, F. R; DA VITÓRIA, Y. T., & da SILVA BERILLI, S. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na agricultura**, v. 34, n. 01, p. 18-27, 2019.

SHI, Y; WANG, Y; FLOWERS, T.J. E GONG, H. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. **Journal of Plant Physiology**. vol. 170m, n. 9m p. 847-853, 2013

SOUSA, J. T. M. de; SOUSA, G. G. de; SILVA, E. B. da; FILHO, E. M. da C; SANTOS, S. de O; VIANA, T. V. de A. Emergência e crescimento inicial em plântulas de sorgo irrigado com águas salinas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.14, no.2, p. 3949 – 3959, 2020

TERRA, M. A., LEONEL, F. F., SILVA, C. G. da, & FONSECA, A. M. Cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**. V. 6, n. 1, p. 11-17 2014.