

Substratos e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação no cultivo do rabanete

Substrates and electric conductivity levels of irrigation water in radish culture

Mirandy dos Santos Dias¹, Lígia Sampaio Reis², Rilbson Henrique Silva dos Santos³, Francisco de Assis da Silva⁴, João Paulo de Oliveira Santos⁵, Reinaldo de Alencar Paes⁶

RESUMO: A salinidade é um dos principais fatores ambientais que limita o crescimento e a produtividade agrícola. Entretanto, uma alternativa para minimizar os efeitos nocivos do excesso de sais nas plantas é a utilização de matéria orgânica. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento da cultura do rabanete cultivado em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. Os tratamentos foram obtidos da combinação de três formas de substratos (solo da camada de 0-20 cm; torta de filtro + solo; húmus de minhoca + solo) misturados na proporção 3:1 e cinco condutividades elétricas da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5. Combinados, os fatores resultaram em 15 tratamentos com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 60 unidades experimentais. As plantas de rabanete foram avaliadas quanto ao número de folhas, altura de plantas, área foliar, índice relativo de clorofila, massa da raiz e massa seca da parte aérea. Níveis crescentes de salinidade da água de irrigação resultaram na redução do número de folhas, altura de plantas, área foliar, índice relativo de clorofila, massa da raiz e massa seca da parte aérea de plantas de rabanete cultivar Crimson Gigant, entretanto, os substratos com adição de húmus de minhoca atenuaram os efeitos nocivos da salinidade, sendo uma alternativa viável para o cultivo de plantas de rabanete em condições de estresse salino.

Palavras chave: Qualidade da água. *Raphanus sativus* L. Salinidade.

ABSTRACT: Salinity is one of the main environmental factors that limit growth and productivity in agriculture. However, the use of organic matter may be an alternative to reduce damaging effects due to salt access in plants. Current assay evaluates the growth of radish cultivated in substrates and levels of salinity in irrigation water. Treatments comprised three types of substrates (layer soil 0-20 cm; filter + soil; earthworm humus + soil) mixed at 3:1 proportion and five electric conductivities of irrigation water (0.5; 1.5; 2.5; 3.5; 4.5 dS m⁻¹). Randomized design comprised factor scheme 3 x 5, with 15 treatments with four replications and one plant per plot, totaling 60 experimental units. Radish plants were evaluated with regard to leaves, plant height, leaf area, relative index of chlorophyll, root mass and dry matter of aerial section. Increasing levels of salinity of irrigation water caused a decrease in the number of leaves, plant height, leaf area, relative rate of chlorophyll, root mass and dry mass of the aerial section of radish cultivar Crimson Gigant. However, substrates with earthworm humus diminished the damaging levels of salinity. The latter may be a viable alternative for radish plant in saline stress conditions.

Keywords: *Raphanus sativus* L. Salinity. Water quality.

Autor correspondente:
Mirandy dos Santos Dias: mirandysd@gmail.com

Recebido em: 18/08/2020
Aceito em: 02/03/2020

¹ Agrônomo pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL). Doutorando em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

² Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora adjunto da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL), Maceió (AL), Brasil.

³ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife (PE), Brasil

⁴ Mestre em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande (CCTA /UFCG). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

⁵ Engenheiro Agrônomo. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE). Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa (PB), Brasil.

⁶ Doutor em fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-árido. Professor na Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL), Maceió (AL), Brasil.

INTRODUÇÃO

O cultivo do rabanete (*Raphanus sativus* L.) vem ganhando destaque entre os olericultores, devido às características atraentes, como ciclo curto, rusticidade e rápido retorno financeiro (MATOS *et al.*, 2015). Além de ser um alimento consumido principalmente *in natura*, é rico em sais minerais, vitaminas e compostos nutracêuticos relacionados a imunodefesa (BANIHANI, 2017).

Dentre as cultivares de rabanete, a Crimson Gigant é uma das mais cultivadas no Brasil, sendo caracterizada por produzir raízes arredondadas de coloração vermelha brilhante, polpa crocante e com diâmetro variando de 4 - 5 cm (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

O Nordeste brasileiro tem condições climáticas bem específicas, alta taxa de evaporação e pluviosidade irregulares, causando a escassez de água na maior parte dos meses do ano, tornando-se a prática da irrigação imprescindível para se garantir a produção agrícola (QUEIROZ *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2014).

Entretanto, o uso de águas com alto teor de sais constitui um sério problema para a agricultura, pois o excesso de sais na solução do solo, ocasionado pela irrigação excessiva e drenagem insuficiente, afeta o crescimento e expansão da superfície foliar das plantas devido ao efeito osmótico, toxicidade de íons e desequilíbrio nutricional (DIAS *et al.*, 2016; TAIZ *et al.*, 2017; COSTA *et al.*, 2019). A cultura do rabanete, por exemplo, é classificada como moderadamente sensível à salinidade, com salinidade limiar de 1,2 dS m⁻¹, para extrato de saturação e 0,8 dS m⁻¹, para água da irrigação (AYRES; WESTCOT, 1999).

O efeito da irrigação com água salina no cultivo dessa cultura já é documentado na literatura científica, e evidencia que a salinidade tende a afetar as características de crescimento e produção da cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012; PUTTI *et al.*, 2014).

Uma alternativa que pode ser utilizada para minimizar os efeitos deletérios dos sais sobre o solo e nas plantas é o uso de matéria orgânica no solo, pois estimula a redução do potencial osmótico e contribui para a absorção de água, atenuando o dano provocado pela salinização às plantas (DINIZ NETO *et al.*, 2014; FREIRE *et al.*, 2015).

No entanto, são escassos trabalhos com ênfase no uso de matéria orgânica como atenuante da salinidade, evidenciando assim a necessidade de pesquisas que resultem em tecnologias viáveis para os produtores; bem como possam minimizar os efeitos nocivos do excesso de sais nas plantas, já que é quase obrigatória, em regiões semiáridas, a utilização de águas salinas na agricultura (FREIRE *et al.*, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento da cultura do rabanete em substratos (solo, torta de filtro mais solo e húmus de minhoca mais solo) sob níveis de salinidade da água de irrigação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de ambiente protegido no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL), no município de Rio Largo (AL) nas coordenadas 9° 27' 55" S e 35° 49' 46" W, com altitude de 127 metros acima do nível do mar e temperaturas médias entre 29 °C e 21 °C.

Os tratamentos foram obtidos da combinação de três formas de substratos (SUB1 = solo da camada de 0-20 cm; SUB2 = torta de filtro + solo; SUB3 = húmus de minhoca + solo) misturados na proporção 3:1 e cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m⁻¹). O delineamento adotado foi o

inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 3 x 5. Combinados, os fatores resultaram em 15 tratamentos com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 60 parcelas experimentais.

A análise química do solo foi realizada antes do experimento pelo Laboratório da Central Analítica LTDA com os seguintes resultados: pH em água de 6,2; P: 80 mg dm⁻³; K: 113 mg dm⁻³; Ca: 4,55 cmol dm⁻³; Mg: 2,55 cmolc dm⁻³; Al: 0,01 cmolc dm⁻³; H + Al: 2,70 cmol dm⁻³; CTC (t): 7,40 cmolc dm⁻³; CTC (T): 10,09 cmolc dm⁻³; V: 73%. De acordo com esses resultados não foi necessário fazer adubação corretiva no solo.

As análises de pH e condutividade elétrica dos substratos foram analisadas na EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, localizada no município de Rio Largo (AL). As amostras foram determinadas após o preparo dos substratos, mediante uma relação 1:2,5, ou seja, 10 g de solo para 25 mL de água destilada. Os valores da determinação de pH e CE dos substratos estão na Tabela 1.

Tabela 1. Condutividade elétrica e pH dos substratos utilizados no experimento

Substratos	Peso Amostra (g)	pH	CEes (dS cm ⁻¹)
SUB1	10	7,13	1,70
SUB2	10	5,94	1,61
SUB3	10	7,40	1,72

SUB1 - solo da camada de 0-20 cm; SUB2 - torta de filtro + solo; SUB3 - húmus de minhoca + solo; pH - potencial hidrogeniônico; e CEes - condutividade elétrica.

O solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 2 dm³, sobre uma camada de brita (200 g), recoberta com um telado de *nylon* para facilitar a drenagem do excesso de água e dispostos em cima de uma bancada de madeira a 1 metro de altura do solo. Em seguida, foi elevada a umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo; para isso, foram pesados quatro vasos de cada tratamento contendo os substratos, saturaram-se os substratos com água, envolvendo os vasos individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO *et al.*, 2000). Cessada a drenagem (após dois dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os vasos foram pesados em balança eletrônica modelo 3400, obtendo-se a média de cada tratamento, correspondente ao nível próximo da capacidade de campo (peso-controle SUB1 = 457 mL; SUB2 = 294 mL; e SUB3 = 632 mL de água).

Foram utilizadas sementes de rabanete cv. Crimson Gigant, semeadas 5 sementes diretamente no vaso. Aos 5 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso, sendo a planta mais vigorosa.

A escolha desses níveis de salinidade se baseou na salinidade limiar do rabanete encontrado na literatura (1,2 dS m⁻¹). Antes de preparar as dosagens salinas, as concentrações foram transformadas de dS m⁻¹ para g L⁻¹, sendo utilizada a fórmula: TSD (g L⁻¹) = 0,64 x CEa, obtendo-se as concentrações descritas. O preparo das soluções foi feito com o NaCl e água destilada.

Foi realizada a colheita aos 35 dias após o transplântio (DAT) e as plantas foram avaliadas quanto ao número de folhas (NF), altura de plantas (AP - cm), área foliar (AF - cm²), índice relativo de clorofila (IRC-SPAD), massa seca da parte aérea (MSPA - g) e massa fresca da raiz (MFR - g).

A área foliar (AF) foi determinada com o uso do integrador de área foliar modelo LI 3100 da Licor. Para a massa seca da parte aérea (MSPA - g), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e em seguida

levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C por um período de 72 horas, em seguida foram pesadas em balança analítica para a determinação da massa seca. A massa fresca da raiz (MFR - g) foi determinada coletando as raízes produzidas e pesando-as em balança com sensibilidade de 0,1 grama.

O índice relativo de clorofila das folhas (IRC) foi determinado mediante um clorofilômetro, modelo Minolta SPAD - 502, em cinco pontos distintos de uma mesma folha, sendo utilizadas as duas folhas mais desenvolvidas de cada parcela a fim de obter a média entre as leituras na qual representou a planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias dos tratamentos (substratos) comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos em função dos níveis de salinidade que tiveram efeito significativo foram ajustados por meio de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se o *software* ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016). Uma análise multivariada por meio de análise de componentes principais (ACP) também foi empregada; para tanto, utilizou-se o *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância (Tabela 2), verificou-se efeito significativo da interação entre a salinidade da água de irrigação e os substratos apenas sobre a massa seca da parte aérea (MSPA). As demais variáveis estudadas - número de folhas (NF), altura da planta (AP), área foliar (AF), massa fresca da raiz (MFR) e o índice SPAD - obtiveram diferença significativa apenas para salinidade e substratos de forma isolada.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), altura de planta (AP), área foliar (AF), massa fresca de raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e índice SPAD de plantas de rabanete cultivadas em diferentes substratos sob salinidade da água de irrigação

Fontes de variação	GL	QM					
		NF	AP	AF	MFR	MSPA	SPAD
Substratos	2	5,400**	27,924**	83528,053**	108,353**	0,660**	423,931**
Salinidade	4	3,975*	12,293*	4847,704*	32,117**	0,164**	155,293*
Interação	8	0,337 ^{ns}	2,153 ^{ns}	1654,945 ^{ns}	6,826 ^{ns}	0,004*	12,370 ^{ns}
R. Linear	1	11,408*	47,250**	16068,879*	127,947**	0,541**	539,752**
R. Quad.	1	0,053 ^{ns}	0,0005*	434,893 ^{ns}	0,346 ^{ns}	0,085 ^{ns}	54,105*
Resíduo	45	0,9833	5,304	3184,455	5,537	0,024	9,578
Total	59	-	-	-	-	-	-
CV%	-	15,61	14,08	28,34	6,66	4,72	11,16

GL - Graus de liberdade; QM - Quadrado médio; CV - coeficiente de variação; *, ** - Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O húmus de minhoca (SUB3) proporcionou maior emissão de folhas para a cultura do rabanete na ordem de 6,95 folhas por planta, diferindo estatisticamente do solo (SUB1) e do solo + torta de filtro (SUB2) com 6,05 folhas por planta (Figura 1A). Isso pode ser justificado pela presença de maiores teores de matéria orgânica na composição do SUB3. A utilização de matéria orgânica fornece nutrientes, melhora

as condições do solo, promove o aumento da porosidade e aeração e também apresenta bioatividade, ou seja, efeitos estimulantes, tais como indução de crescimento nas plantas (ZANDONADI *et al.*, 2014; SALLES *et al.*, 2017).

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente a emissão de folhas do rabanete. Conforme observado através da equação de regressão (Figura 1B), verifica-se efeito linear decrescente com diminuição no número de folhas de 21,2%, quando comparado o maior (4,5 dS m⁻¹) e o menor nível (0,5 dS m⁻¹) da salinidade da água de irrigação.

Oliveira *et al.* (2010), ao trabalharem com aplicação de níveis salinos na cultura do rabanete, observaram redução no número de folhas correspondente a 47,6% quando aplicada água de condutividade elétrica de 5,0 dS m⁻¹. De modo semelhante, Dias *et al.* (2019), ao estudarem a cultura da rúcula sob os mesmos níveis salinos da água de irrigação, observaram redução de 24,77% no número de folhas, quando comparado o menor e o maior nível de salinidade. Essa redução do número de folhas é uma alternativa que as plantas utilizam para reduzir a transpiração e manter os seus tecidos hidratados (YOUSIF *et al.*, 2010).

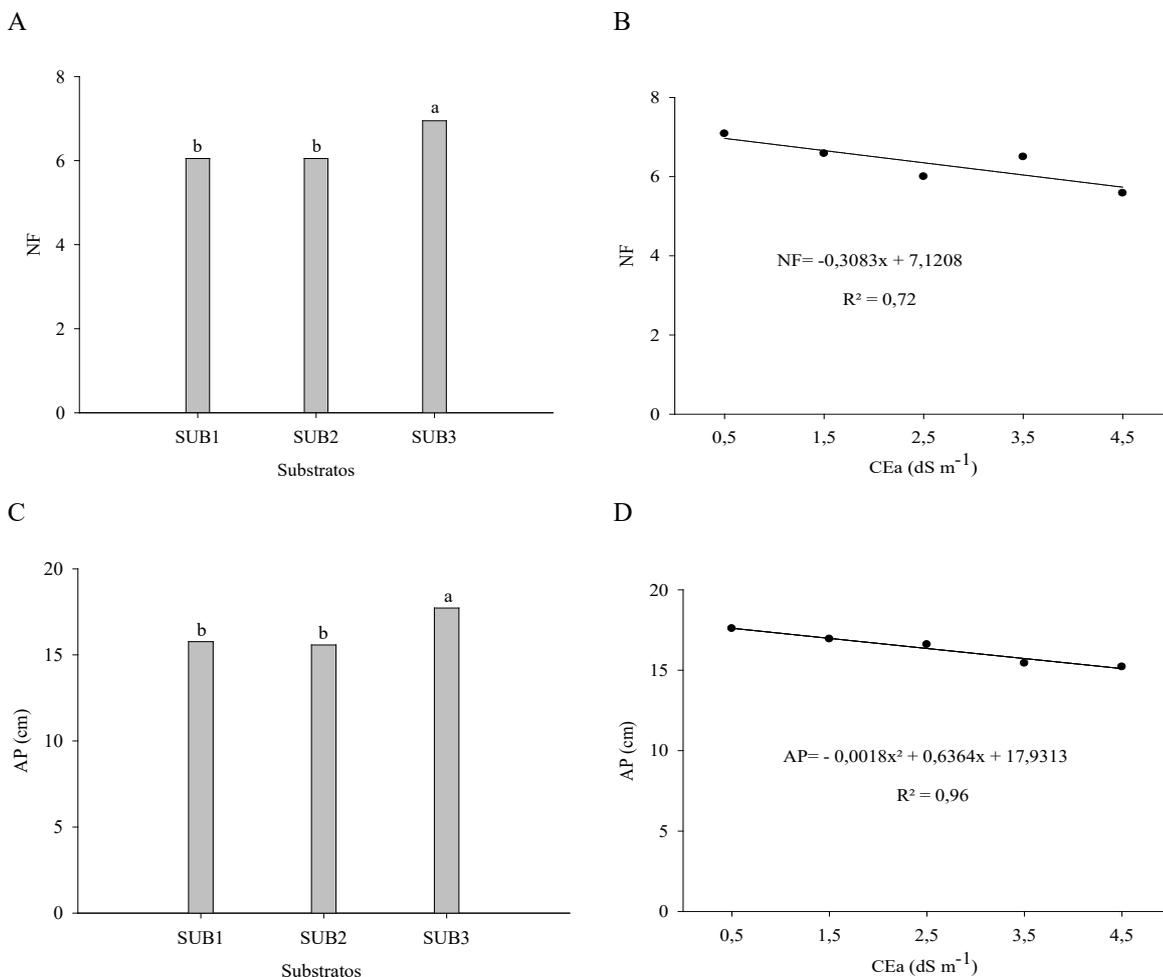


Figura 1. Número de folhas (NF) e altura (AP) de plantas de rabanete, em função dos substratos (A e C) e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (B e D), aos 35 dias após o transplântio.

Para a altura de planta (Figura 1C), observa-se que as plantas cultivadas com apenas solo (SUB1) e solo + torta de filtro (SUB2) não diferiram estatisticamente. Entretanto, as plantas cultivadas com solo +

húmus de minhoca (SUB3); obtiveram maiores alturas (17,72 cm). O incremento médio na altura de planta quando relacionado o SUB3 com os demais substratos foi de 13%.

Quando da aplicação dos níveis de condutividade da água de irrigação, houve redução na ordem de 13,5% do menor (0,5 dS m⁻¹) para o maior (4,5 dS m⁻¹) nível de salinidade (Figura 1D). Essa redução na altura de plantas com o aumento dos níveis salinos ocorreu em virtude de que o excesso de sais presentes na água de irrigação vai parar na solução do solo, reduzindo o potencial hídrico da água no solo, assim, as plantas realizam o ajustamento osmótico e como consequência redução no seu crescimento (TAIZ *et al.*, 2017).

Na Figura 2A, observa-se maior área foliar encontrada nas plantas cultivadas no SUB3, com média de 273,09 cm². O incremento médio obtido no SUB3 em relação aos demais tratamentos foi de 68,4%.

Para os níveis de salinidade da água (Figura 2B), à medida que aumentou o nível de condutividade da água de irrigação, houve redução na área foliar de 22,7% quando aplicado o maior nível de salinidade da água (4,5 dS m⁻¹). A redução na área foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições adversas, resultando em alterações bioquímicas e/ou morfológicas, diminuindo a superfície transpirante (TESTER; DAVENPORT, 2003; TAIZ *et al.*, 2017).

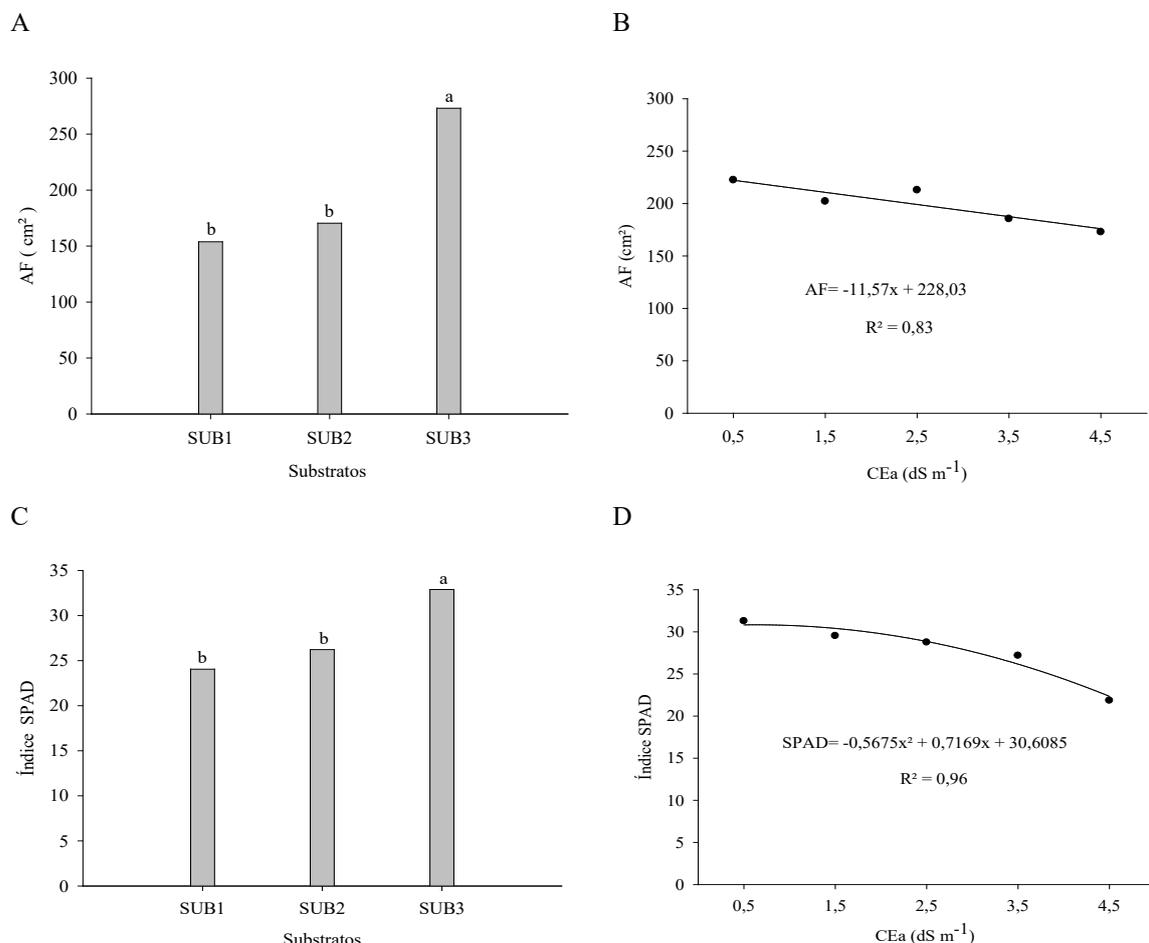


Figura 2. Área foliar (AF) e Índice SAPAD de plantas de rabanete, em função dos substratos (A e C) e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (B e D) aos 35 dias após o transplante.

O índice SPAD (Figura 2C) teve comportamento semelhante às demais variáveis estudadas, sendo a maior média obtida quando se adicionou húmus (32,89), com incremento percentual médio de 30,8%

em relação aos demais substratos estudados. Para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 2D) houve redução de 30,1% com a aplicação do maior nível de salinidade ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$).

A massa fresca da raiz (Figura 3A) é uma variável de grande importância para determinar o efeito dos tratamentos em estudo. Através da aplicação do teste de médias para o fator substratos, observou-se maiores médias para o SUB3 com $37,76 \text{ g}$ por planta. Também houve diferença significativa entre o solo + torta de filtro e solo. Os incrementos percentuais ocorridos no solo + húmus em relação aos substratos SUB1 e SUB2 foram de 14 e 7,6% respectivamente.

Esses resultados podem ser explicados em face de que a fertilidade do solo é um fator que afeta diretamente o desenvolvimento da raiz. Com a adição de adubos orgânicos estes tornam-se responsáveis por proporcionar à cultura os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento, bem como ajudando na melhoria das propriedades físicas do solo, tornando com que ocorra aumento na produção (RODRIGUES *et al.*, 2013).

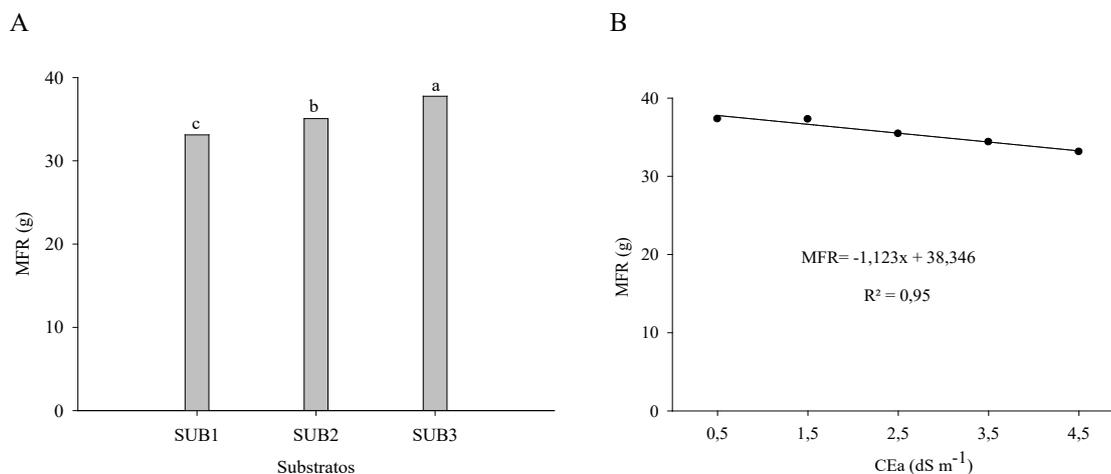


Figura 3. Massa fresca da raiz (MFR) de plantas de rabanete, em função dos substratos (A) e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (B) aos 35 dias após o transplante.

Quando estudado o fator salinidade de forma isolado, observa-se redução de 11,2% na fitomassa fresca da raiz das plantas que foram cultivadas sob a maior condutividade da água de irrigação (Figura 3B). Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2012) ao estudarem os níveis de salinidade entre 2 e 10 dS m^{-1} , em que observaram redução linear para fitomassa fresca da raiz de plantas de rabanete na ordem de 69,94% no maior nível de salinidade.

A partir do desdobramento da interação entre os fatores para a massa seca da parte aérea (Figura 4), observa-se que a equação de regressão teve comportamento linear decrescente para os três substratos estudados em relação ao aumento da condutividade da água de irrigação. As reduções foram na ordem de 10,6, 7,1 e 8,1% para o solo, solo + torta e solo + húmus respectivamente. As plantas cultivadas sob o substrato solo + torta obtiveram menor redução na massa seca da parte aérea da planta, quando relacionado o menor e o maior nível de salinidade da água de irrigação. Por outro lado, o substrato solo + húmus de minhoca obteve maior acúmulo de massa seca em relação aos demais substratos.

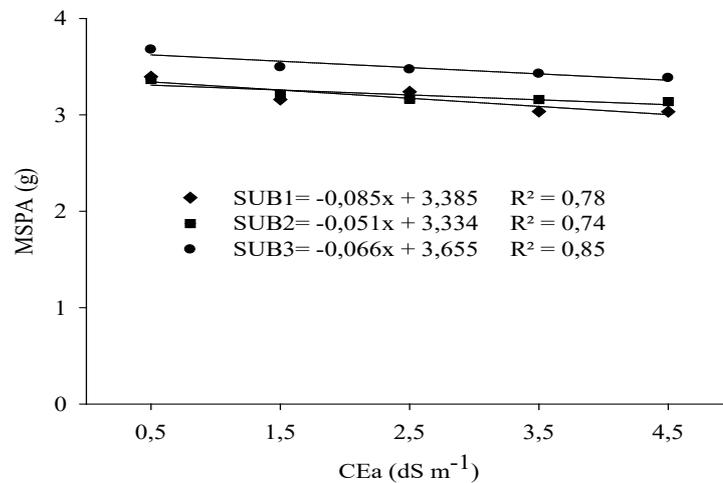


Figura 4. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de rabanete, em função dos substratos e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação aos 35 dias após o transplantio.

Redução no crescimento e acúmulo de massa seca na planta tem sido um comportamento clássico verificado por diversos autores quando as plantas são submetidas ao estresse salino. Esse comportamento é atribuído possivelmente à redução no potencial hídrico da solução externa gerado pelo efeito osmótico dos sais Na^+ e Cl , dificultando a absorção de água pelas raízes, assim, ocorrem modificações na atividade metabólica das células, o que irá afetar o alongamento celular da célula e, como consequência, o crescimento da planta (TAIZ *et al.*, 2017).

Os efeitos danosos ao crescimento das plantas de rabanete observados nesse estudo em relação aos níveis de salinidade da água de irrigação podem ser reflexo do excesso de íons absorvidos e consequentemente transportados para a parte aérea da planta terem excedido o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta. Taiz *et al.* (2017) relatam que essa redução em plantas expostas à salinidade tem sido atribuída à diminuição na divisão celular e expansão da superfície da folha, que ocorre nas fases iniciais da exposição ao estresse salino bem como um mecanismo de defesa para reduzir as perdas de água por transpiração.

A análise de componentes principais (ACP) reuniu 93,3% da variância original em seus dois primeiros eixos (Figura 5). No eixo 1, que explicou 83,3% da variância dos dados, as variáveis mais fortemente associadas foram AF ($r = 0,43$), MSPA ($r = 0,43$) e SPAD (0,42), todas significativas ($p < 0,001$). Esse crescimento conjunto é explicado pelo fato de que quando ocorre aumento da área foliar, há aumento da MSPA, consequentemente, uma maior área foliar implicará também em maior SPAD devido à dependência entre essas variáveis.

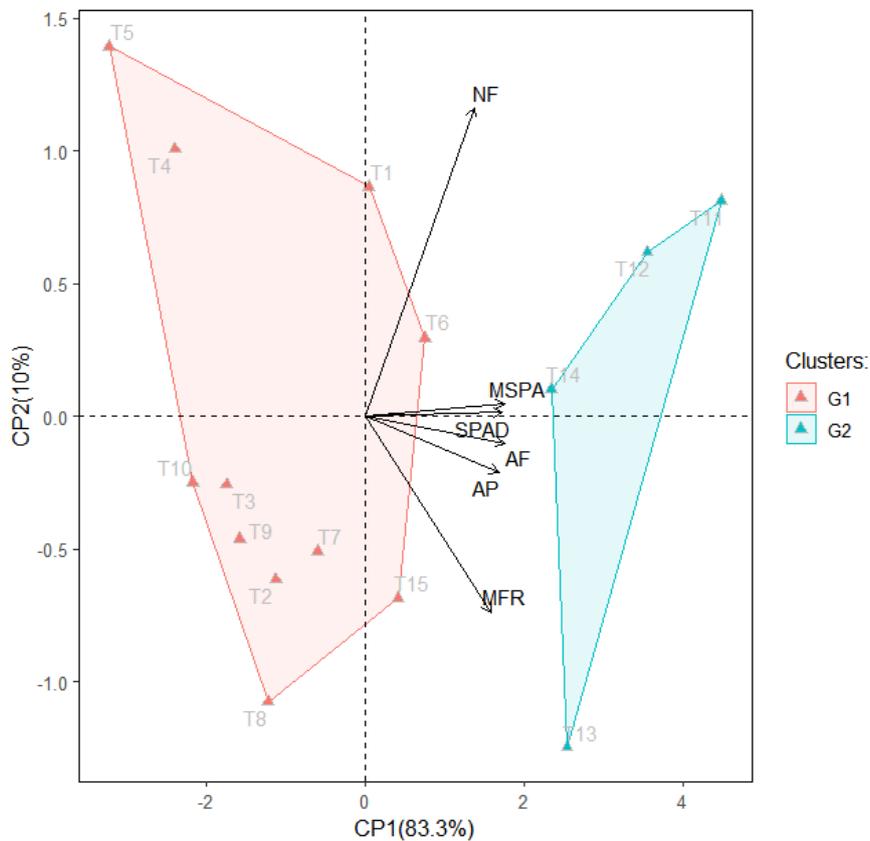


Figura 5. Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis testadas em função dos tratamentos aplicados. Inserir legenda das siglas. T1 - SUB1 - solo da camada de 0-20 cm e condutividade 0,5; T2 - SUB1 - solo da camada de 0-20 cm e condutividade 1,5; T3 - SUB1 - solo da camada de 0-20 cm e condutividade 2,5; T4 - SUB1 - solo da camada de 0-20 cm e condutividade 3,5; T5 - SUB1 - solo da camada de 0-20 cm e condutividade 4,5; T6 - SUB2 - torta de filtro + solo e condutividade 0,5; T7 - SUB2 - torta de filtro + solo e condutividade 1,5; T8 - SUB2 - torta de filtro + solo e condutividade 2,5; T9 - SUB2 - torta de filtro + solo e condutividade 3,5; T10 - SUB2 - torta de filtro + solo e condutividade 4,5; T11 - SUB3 - húmus de minhoca + solo e condutividade 0,5; T12 - SUB3 - húmus de minhoca + solo e condutividade 1,5; T13 - SUB3 - húmus de minhoca + solo e condutividade 2,5; T14 - SUB3 - húmus de minhoca + solo e condutividade 3,5; T15 - SUB3 - húmus de minhoca + solo e condutividade 4,5.

No eixo 2, que concentra 10% da explicação dos dados, observa-se relação inversa entre NF ($r = 0,83$) e MFR ($r = -0,52$), ambas significativas para esse eixo ($p < 0,001$) (Figura 5). O número de folhas é uma variável importante, visto que este órgão no vegetal é o local onde ocorre o processo bioquímico (fotossíntese) responsável pela produção de fotoassimilados que serão enviados para os órgãos produtivos da planta (LINHARES *et al.*, 2010). Provavelmente, com o aumento no número de folhas a cultura gasta mais energia para desenvolver os processos metabólicos, consequentemente ocorre redução na massa das raízes.

A PCA permitiu a formação de dois *cluster* (G1 e G2) com categorias distintas em relação às variáveis analisadas, como o G2 contendo os tratamentos com melhor desempenho (T11, T12, T13 e T14). O G1 compreende os tratamentos em que as plantas foram cultivadas com o substrato húmus de minhoca, evidenciando a superioridade desse material como atenuante dos efeitos deletérios da salinidade (Figura 5).

Quando se trata de espécies de ciclo curto, o húmus de minhoca realiza a disponibilização mais rápida de nutrientes para a planta (ARMOND *et al.*, 2016). Reduz ainda o potencial osmótico no interior do sistema radicular, contribuindo para a absorção de água e ajustamento osmótico das plantas no meio salino (FREIRE *et al.*, 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Níveis crescentes de salinidade da água de irrigação resultam na redução do número de folhas, altura de plantas, área foliar, índice relativo de clorofila, massa da raiz e massa seca da parte aérea de plantas de rabanete cv. Crimson Gigant.

Os substratos solo + húmus de minhoca na proporção 3:1; atenuam os efeitos nocivos da salinidade, sendo uma alternativa viável para o cultivo de plantas de rabanete em condições de salinidade.

REFERÊNCIAS

ARMOND, C. *et al.* Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 439-442, 2016. DOI: 10.1590/S0102-05362016003022

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

BANIHANI, S. A. Radish (*Raphanus sativus*) and diabetes. **Nutrients**, v. 9, p. 2-9, 2017. DOI: 10.3390/nu9091014

COSTA, M. E. *et al.* Efeito do biochar sobre condutividade elétrica e ph de solos irrigados com água salina. **Educamazônia - Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 189-204, 2019.

DIAS, M. S. *et al.* Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 4, p. 22-30, 2019. DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n4.a308

DIAS, N. S. *et al.* Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. *In*: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes, E. N. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 11, p. 151-162.

DINIZ NETO, M. A. *et al.* Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014. DOI: 10.1590/S1415-43662014000100002

FREIRE, J. L. O. *et al.* Estresse salino e uso de biofertilizantes como mitigadores dos sais nos componentes morfofisiológicos e de produção de glicófitas. **Revista Principia**, [S.l.], n. 29, p. 29-38, 2016. DOI: 10.18265/1517-03062015v1n29p29-38

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 65-81, 2015. DOI: 10.25066/agrotec.v35i1.22814

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. de. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000. DOI: 10.1590/S1415-43662000000100023

LIMA, G. S. *et al.* Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 5, p. 854-866, 2014. DOI: 10.1590/S0100-69162014000500005

LINHARES, P. C. F. *et al.* Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, p. 21, 2010.

MATOS, R. M. *et al.* Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, n. 1, p. 151-164, 2015.

NEVES, A. L. R. *et al.* Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000014.

OLIVEIRA, F. R. A. *et al.* Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010. DOI: 10.1590/S0102-05362010000100007

OLIVEIRA, M. O. *et al.* Cultivo de rabanete irrigado com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 01-05, 2012.

PUTTI, F. F. *et al.* Avaliação da cultura do rabanete ao longo do ciclo submetido em diferentes níveis de salinidade. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, n. 2, p. 80-90, 2014.

QUEIROZ, J. E. *et al.* Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. *In*: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT, 2010. 472p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R Foundation for Statistical Computing. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Viena, Áustria. 2006. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 05 jun. 2020.

RODRIGUES, J. F.; REIS, J. M. R.; REIS, M. A. Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 160-168, 2013. DOI: 10.0000/rtcab.v7i2.1110

SALLES, J. S. *et al.* Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 35-40, 2017. DOI: 10.32404/rean.v4i2.1450

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.

YOUSIF, B. S. *et al.* Effect of salinity on growth, mineral composition, photosynthesis and water relations of two vegetable crops; New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*), **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 12, p. 211-216, 2010.

ZANDONADI, D. B. *et al.* Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014. DOI: 10.1590/S0102-05362014000100003