

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BETERRABA DE MESA SOB CONDIÇÕES SALINAS EM ALAGOAS

Cinara Bernardo da Silva¹, Julianna Catonio da Silva², Daniella Pereira dos Santos³, Paulo Ferreira da Silva⁴, Marcílio de Souza Barbosa⁵, Márcio Aurélio Lins dos Santos⁶

RESUMO

A água de qualidade, encontra-se cada vez mais escassa, buscando-se alternativas no uso de água na irrigação, utilizando, até mesmo, águas salinas. Objetivou-se avaliar a produtividade da cultura da beterraba em função de lâminas de irrigação e níveis de salinidade no Agreste de Alagoas. O experimento foi conduzido na área experimental do *Campus* de Arapiraca. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC) em um esquema fatorial 4 x 3, em três blocos. Os tratamentos aplicados foram níveis de salinidade ($S_1 = 0,12$; $S_2 = 2,12$; $S_3 = 4,12$ e $S_4 = 6,12$ dS m^{-1}) e lâminas de irrigação ($L_1 = 50$, $L_2 = 100$ e $L_3 = 150\%$ da ET_c). Analisou-se: altura de planta, número de folhas, matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria fresca da raiz, matéria seca da raiz, índice de SPAD, índice de refração de solução, diâmetro da raiz e área foliar. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância ANOVA, utilizando o software estatístico SISVAR. Houve efeito significativo para o tratamento salinidade na maioria das variáveis analisadas, não sendo observado efeito para o tratamento lâminas de água e nem para a interação entre os fatores. A salinidade de 3,5 dS m^{-1} , promoveu a máxima produção de 23,51 g planta⁻¹, já a produtividade máxima atingiu 35,26 t ha⁻¹ com a mesma salinidade, a partir desse valor de salinidade ocorreu um decréscimo.

Palavras-chave: *beta vulgaris*, salinidade, produtividade, função de produção.

¹ Mestre em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca- UFAL, Avenida Manoel Severino Barbosa - Bom Sucesso, 57309-005 Arapiraca-AL, e-mail: cinara_cbs@hotmail.com

² Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de Alagoas- UFAL, BR-104, Rio Largo - AL, 57100-000 Maceió -AL, e-mail: julianna_cds@hotmail.com

³ Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Rua Dom, R. Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, 52171-900 Recife – PE, e-mail: daniellapsantos@hotmail.com

⁴ Doutor em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, CEP: 18.610-307 Botucatu-SP, e-mail: pauloagrom@gmail.com

⁵ Professor Adjunto A, Instituto Federal de Alagoas/Campus Santana do Ipanema, Rodovia AL 130, Km 4, Nº 1609, R. Domingos Acácio, 57500-000, Santana do Ipanema-AL e-mail: agromss@hotmail.com

⁶ Professor Associado 3, Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca- UFAL, Arapiraca-AL, Avenida Manoel Severino Barbosa - Bom Sucesso, Arapiraca - AL, 57309-005 Arapiraca-AL, e-mail: mal.santo@hotmail.com

MANAGEMENT OF IRRIGATION IN TABLE BEET CULTURE UNDER SALT CONDITIONS IN ALAGOAS

ABSTRACT

Quality water is increasingly scarce, seeking alternatives in the use of water in irrigation, even using salt water. The objective of this study was to evaluate the productivity of the beet crop as a function of irrigation depths and salinity levels in the Agreste region of Alagoas. The experiment was conducted in the experimental area of the Arapiraca campus. A randomized complete block design (DBC) was used in a 4 x 3 factorial scheme, in three blocks. The treatments applied were salinity levels ($S_1 = 0.12$, $S_2 = 2.12$, $S_3 = 4.12$ and $S_4 = 6.12$ dS m⁻¹) and irrigation slides ($L_1 = 50$, $L_2 = 100$ and $L_3 = 150\%$ of ETc). Plant height, number of leaves, shoot fresh matter, shoot dry matter, fresh root matter, root dry matter, SPAD index, solution refractive index, root diameter and leaf area. The data were tabulated and submitted to analysis of ANOVA variance, using the statistical software SISVAR. There was a significant effect for the salinity treatment in most of the analyzed variables, with no effect for the treatment of water depths nor for the interaction between the factors. The salinity of 3.5 dS m⁻¹ promoted the maximum production of 23.51 g plant⁻¹, and the maximum productivity reached 35.26 t ha⁻¹ with the same salinity, from this salinity value there was a decrease.

Keywords: *beta vulgaris*, salinity, productivity, production function

INTRODUÇÃO

A região semiárida possui um complexo quadro de escassez de água, onde o balanço hídrico é negativo, devido à evaporação superior a precipitação. Nas regiões áridas e semiáridas, a prática de irrigação consiste na melhor maneira de garantir o suprimento de água necessário em todas as fases de desenvolvimento das culturas. No entanto, o manejo inadequado da irrigação pode contribuir para o acúmulo de sais, causando a salinização das áreas irrigadas (NOBRE et al., 2011).

A água de boa qualidade é um recurso que se encontra cada vez mais escasso e com o constante aumento da população, tem-se a necessidade de buscar alternativas do uso de água na irrigação, fazendo o uso até mesmo de águas com qualidade inferior, como as águas salinas, evitando o acúmulo excessivo de sais no solo, pois pode prejudicar o desenvolvimento das culturas e consequentemente a produtividade (SILVA et al., 2013).

Apesar do efeito negativo provocado pela salinidade da água de irrigação, as culturas usadas para fins agrícolas podem apresentar respostas diferentes no aspecto

produtivo quando são submetidas ao mesmo nível de salinidade. Visto que, algumas culturas são mais tolerantes a salinidade que outras e podem absorver água em meio salino com mais facilidade (SILVA et al., 2013).

Por ser considerada como uma cultura tolerante (AYERS; WESTCOT, 1999), a beterraba (*Beta vulgaris* L.) pode ser utilizada como uma opção de cultivo em locais afetados por sais, devido a sua adaptação, produzindo rendimentos economicamente aceitáveis quando não se pode manter a salinidade do solo no nível de tolerância das plantas mais sensíveis (SILVA et al., 2014).

A beterraba no Brasil é cultivada em aproximadamente 25 mil propriedades, com uma produção de cerca de 135 mil toneladas. Na região nordeste é produzida em 2605 mil propriedades, com uma produção de cerca de 15 mil toneladas (IBGE, 2018).

A utilização da função de produção proporciona a estimativa da produtividade de uma cultura, relacionando-a a diferentes insumos ou até mesmo a economia de custos, visto o valor deles, com essas funções é possível estabelecer pontos ótimos de produção e economia (FRIZZONE, 2007).

Assim, objetivou-se avaliar a produtividade da cultura da beterraba em

função de lâminas de irrigação e níveis de salinidade no Agreste de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na área experimental da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no município de Arapiraca-AL (9° 45' 09" S, 36° 39' 40" W, altitude de 325 m). A mesorregião denominada Agreste alagoano, encontra-se em transição entre a Zona da Mata e o Sertão, com clima do tipo 'As' tropical com temperatura média de 24 °C e umidade média do ar de 75 a 85% (KOPPEN, 1948). Segundo Xavier e Dornellas (2010) a estação chuvosa tem início no mês de maio e se estende até meados de agosto, possuindo uma precipitação pluvial média de 854,27 mm ano⁻¹. O solo da região é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (EMBRAPA, 2018).

Foram construídos 12 canteiros com dimensões de 3,00 x 1,00 m de comprimento e largura respectivamente, com altura de 0,25 m, espaçados a 0,30 m entre eles.

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos ao acaso em um esquema fatorial 4 x 3, distribuídos em três blocos. A parcela principal foi constituída de quatro níveis de salinidade: S₁ = 0,12; S₂ = 2,12; S₃ = 4,12 e S₄ = 6,12 dS m⁻¹, nas seguintes condições: (S₁= água de abastecimento local, S₂ = água do poço, S₃ e S₄ somado a NaCl). A subparcela foi composta pelas lâminas de água L₁ = 50, L₂ = 100 e L₃ = 150% da evapotranspiração da cultura (ETc) medidos diariamente.

O preparo da água salina para parcelas principais, foi realizado diariamente utilizando a relação entre condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e concentração (mg L⁻¹ = 640*CE), conforme Richards et al. (1954). Entretanto, para o cálculo, foram consideradas as concentrações de sais já existentes na água do abastecimento local, cerca de 89,6 mg L⁻¹ (0,12 dS m⁻¹) e água do poço com CE média de 2,12 dS m⁻¹. Para medição diária da

condutividade elétrica da água, utilizou-se um condutivímetro portátil do modelo CD-4301.

A água utilizada na irrigação para os níveis de sais foi distribuída em reservatórios com as seguintes características: S₁ e S₃ (caixa de 1000 L, cada) e para S₂ e S₄ (bombona de 80 L, cada). Em cada um desses reservatórios havia uma bomba de 0,5 cv que bombeava água para área irrigada, e em cada subparcela, havia um registro para o controle da irrigação em função do tempo da aplicação de água. Foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento utilizando emissores reguláveis.

Para as subparcelas de lâminas de irrigação adotou-se os valores de coeficiente de cultivo (Kc) apresentados por Allen et al. (1998) para a cultura da beterraba de mesa com valores de 0,50; 1,05 e 0,95, nas fases inicial, média e final, respectivamente (FAO 56). A ETc foi calculada relacionando o Kc e a ET_o estimada pelo método de Penman – Monteith, utilizando os dados da estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014).

A adubação foi baseada na análise do solo e seguindo o manual de recomendação do IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco), nas seguintes proporções: 8,7 g m⁻² de CH₄N₂O (Ureia); 95,2 g m⁻² P₂O₅ (Super fosfato Simples) e 10,38 g m⁻² K₂O (Cloreto de potássio).

Utilizou-se a cultivar de beterraba Early Wonder, sendo o transplântio ocorrido 23 dias após a semeadura (DAS). O espaçamento adotado foi de 0,25 x 0,30 m entre plantas e linhas, respectivamente. Em cada subparcela foram alocadas 15 plantas, sendo consideradas como parcela útil as três centrais.

Foram realizadas análises biométricas na metade do ciclo da cultura (32 DAS) e na colheita (63 DAS), sendo elas: altura de planta (AP), número de folhas (NF) e análise fisiológica utilizando um aparelho digital SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) que avalia quantitativamente a intensidade do verde da folha.

Foram analisadas as três plantas centrais. Estas foram acondicionadas em sacos de papel identificados, posteriormente foram levadas

para o laboratório para que fossem realizadas as análises.

Foram obtidas a matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria fresca da raiz (MFR), utilizando uma balança de precisão. Após a pesagem foi realizada a medição do diâmetro da raiz (D), com o auxílio de um paquímetro.

Em seguida, foi extraído o sumo da raiz para leitura em refratômetro portátil para obtenção do °Brix (B). A área foliar (AF) foi medida com integrador Área Meter LI – 3100 C. Após ser analisado, o material vegetal foi colocado em estufa de ventilação forçada a 65°C. As plantas foram pesadas após 24, 48 e 72 horas até atingirem o peso constante, sendo por fim avaliado a matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e a matéria seca total (MST).

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância ANAVA, utilizando o

software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Quando significativo pelo teste “F” os dados foram submetidos à análise de regressão para níveis de salinidade e lâminas de água para obtenção da equação de ajuste das variáveis analisadas. Foram utilizados os modelos matemáticos polinomial, linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resultado obtido da ANAVA, houve efeito significativo nos níveis de salinidade para as avaliações realizadas quando as plantas ainda estavam em campo, afetando significativamente as variáveis: altura da planta (AP), número de folhas (NF) e área foliar, não sendo significativo apenas para a variável diâmetro do pecíolo (D) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e diâmetro do pecíolo (D) na cultura da beterraba.

Fator de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		AP	NF	AF	D
Salinidade - S	3	91,17**	10,49**	373476,00*	170,78 ^{ns}
Lâmina - L	2	16,17 ^{ns}	5,13 ^{ns}	46227,50 ^{ns}	255,92 ^{ns}
S x L	6	11,49 ^{ns}	2,29 ^{ns}	25165,40 ^{ns}	69,37 ^{ns}
Bloco	2	10,09 ^{ns}	2,02 ^{ns}	47722,80 ^{ns}	109,27 ^{ns}
Resíduo	22	14,77	2,18	48396,60	102,03
CV (%)		13,61	17,18	37,48	24,42

* e ** significativo a 5 e 1% de significância, respectivamente; ^{NS} não significativo

Os maiores valores da variável altura de planta foram nos tratamentos de salinidade 2,12 dS m⁻¹ atingindo

uma altura máxima de 31,25 cm, decrescendo a partir da salinidade de 3,34 dS m⁻¹ (Figura 1).

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BETERRABA DE MESA SOB CONDIÇÕES SALINAS EM ALAGOAS

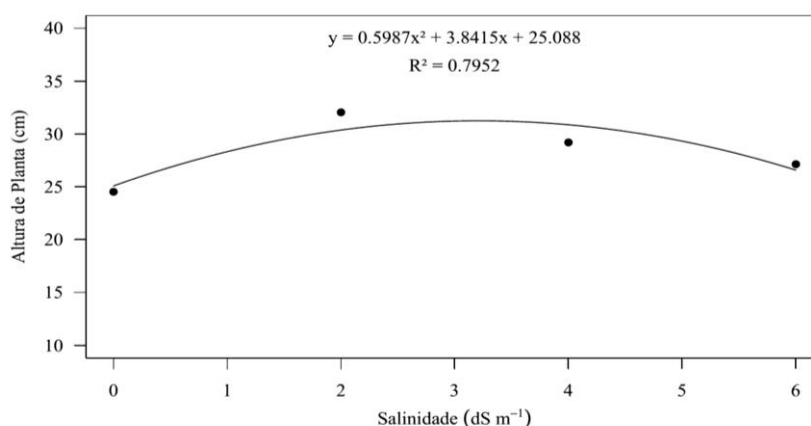


Figura 1. Altura de planta (AP) da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplântio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2013), trabalhando com a mesma cultura. A altura da planta apresentou uma redução expressiva a partir da salinidade da água ao nível de 3,0 dS m⁻¹, corroborando com os resultados dessa pesquisa.

Já para Santos et al. (2016) estudando o crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação suplementar com água de diferentes concentrações salinas, observaram que a máxima altura foi obtida com 3,11 dS m⁻¹, o que corresponde a 12,8 cm aos 27 dias após aplicação dos tratamentos salinos, obtendo altura de planta inferior ao encontrado nesta pesquisa. Segundo Hassanli et al. (2010), estudando a influência de métodos de irrigação e qualidade da água na cultura da beterraba, assim como, a ação dos manejos da

fertirrigação nas características desta cultura, observaram que a beterraba é muito resistente ao estresse salino, pois apenas em elevados níveis de salinidade do solo podem apresentar alterações em suas características. Outro parâmetro importante a ser avaliado é o número de folhas, pois o mesmo pode funcionar como fonte e dreno para a raiz (BARRETO et al., 2013). A variável número de folhas apresentou reduções a partir de 3,46 dS m⁻¹.

Em campo algumas plantas expostas ao maior nível de salinidade possuíam a parte aérea danificada com manchas de coloração avermelhada ou murchas, ocasionando, posteriormente em senescência e queda das folhas. Isso se deve ao fato do estresse salino ocasionar a minimização severa da taxa de crescimento foliar (Figura 2).

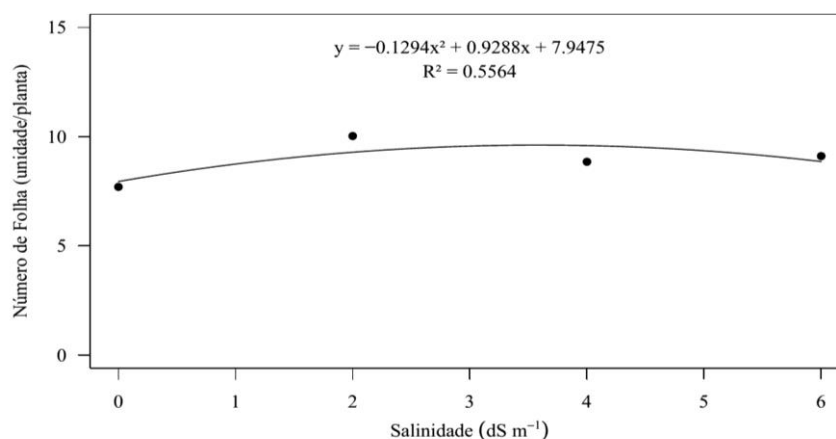


Figura 2. Número de folhas (NF) da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplântio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

A planta é capaz de absorver íons pelas folhas, assim se intoxicando mais rapidamente, após esse processo de absorção, os resultados são clorose e queima das folhas, devido à alteração no balanço hormonal, perda de turgescência das células-guarda e na redução generalizada da atividade metabólica

da planta, assim, deve-se evitar que a parte aérea da planta seja molhada (BERNARDO et al., 2013). O valor médio da área foliar foi de $760,82 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$, até atingir $3,38 \text{ dS m}^{-1}$. Para os níveis 3 e 4 de salinidade, observa-se um decréscimo na área foliar da planta (Figura 3.)

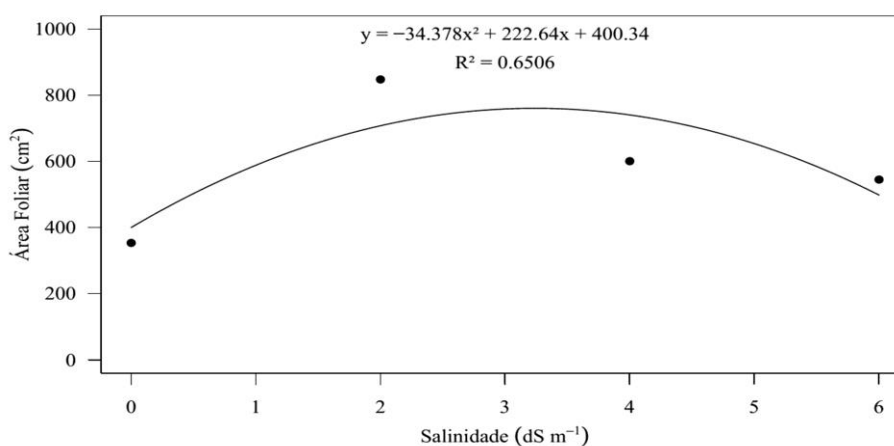


Figura 3. Área foliar (AF) da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplantio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

De acordo com Santos et al. (2016) o resultado da área foliar em função dos tratamentos salinos foi obtido com a salinidade de $2,85 \text{ dS m}^{-1}$ que corresponde a $21,4 \text{ cm}^2$, estando a beterraba na fase de muda ainda, a partir desse ponto, verificou-se um decréscimo de 24% quando se compara S1 (1 dS m^{-1}) com S5 (5 dS m^{-1}).

Segundo Chen e Jiang (2010), os solutos dissolvidos na zona das raízes geram um potencial osmótico mais baixo, o que diminui o potencial total do solo, devido a isso, o desenvolvimento das plantas é prejudicado incluindo a área foliar sendo necessária uma energia maior por parte da planta, conhecido como o ajuste osmótico, para gerar potenciais mais negativos que o encontrado nos solos para absorção de água. Para Cordeiro et al. (1999) trabalhando com utilização de água

salina e condicionador de solo na produção de beterraba no semiárido brasileiro, o excesso de sais provocado pela aplicação exagerada de sais no manejo tradicional promoveu redução na área foliar e aumento na transpiração das plantas.

Diferente dos resultados foram obtidos por Silva et al. (2015) com relação ao diâmetro, que trabalhando com manejo da fertirrigação e salinidade do solo no crescimento da cultura da beterraba, relaram que houve influência significativa do fator salinidade no diâmetro do pecíolo, devendo-se considerar esta variável como importante para avaliações de crescimento. A salinidade da água afetou as variáveis matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria fresca da raiz (MFR) e matéria seca da raiz (MSR) (Tabela 2).

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BETERRABA DE MESA SOB CONDIÇÕES SALINAS EM ALAGOAS

Tabela 2. Resumo da análise de variância para matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR) na cultura da beterraba e matéria seca total (MST).

Fator de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		MFPA	MSPA	MFR	MSR	MST
Salinidade - S	3	0,18*	0,25**	0,22*	0,18*	0,19*
Lâmina - L	2	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}
S x L	6	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Bloco	2	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	22	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03
CV (%)		9,85	26,53	11,04	18,22	14,98

* e ** significativo a 5 e 1% de significância, respectivamente; ^{ns} não significativo
Dados transformados log (X)

A variável matéria fresca da parte aérea apresentou resposta satisfatória até o nível salino de 3,25 dS m⁻¹, atingindo o valor de 71,63 g, a partir desse nível a variável passou a sofrer reduções para cada acréscimo unitário

na condutividade elétrica da água (Figura 4A). A variável matéria seca da parte aérea apresentou salinidade de 3,26 dS m⁻¹, atingindo um total de 12,08g (Figura 4B).

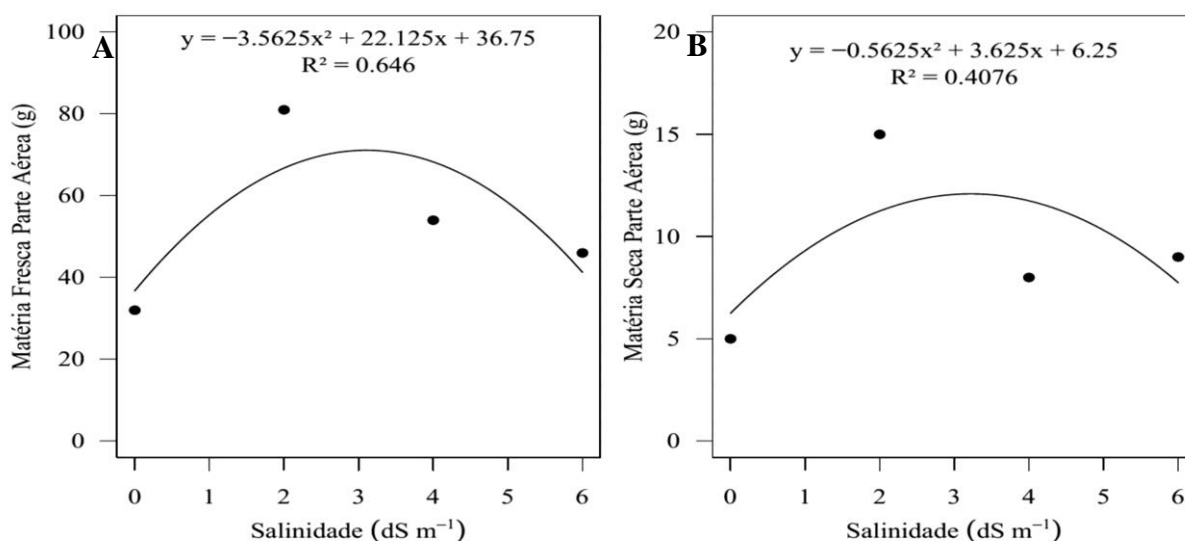


Figura 4. Matéria fresca da parte aérea (MFPA) (A) e matéria seca da parte aérea (MSPA) (B) da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplântio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

A folha da beterraba apresenta propriedades benéficas, sendo utilizada na alimentação humana. Seu consumo se dá tanto das folhas quanto da raiz, sendo esta consumida crua ou cozida (TRANI et al., 1995; ZÁRATE et al., 2008).

Ghoulam et al. (2002) encontraram, em estudos com salinidade em diferentes cultivares de beterraba, uma diferença crescente de acordo com o aumento da

salinidade, influenciando no peso fresco. Santos et al. (2016), trabalhando com a mesma cultura, observaram que o modelo matemático que melhor se ajustou para a fitomassa seca da parte aérea foi o quadrático. Sendo obtido o máximo com 3,0 dS m⁻¹ e a diferença de 20% entre o maior S₅ (5 dS m⁻¹) e o menor S₁ (1dS m⁻¹) nível de salinidade. A variável matéria fresca da raiz apresentou uma maior massa estimada de 79,28 g com a salinidade de 3,28

dS m⁻¹ (Figura 5A). Já a variável matéria seca da raiz apresentou uma maior massa estimada

de 10,76 g com salinidade de 3,86 dS m⁻¹ (Figura 5B).

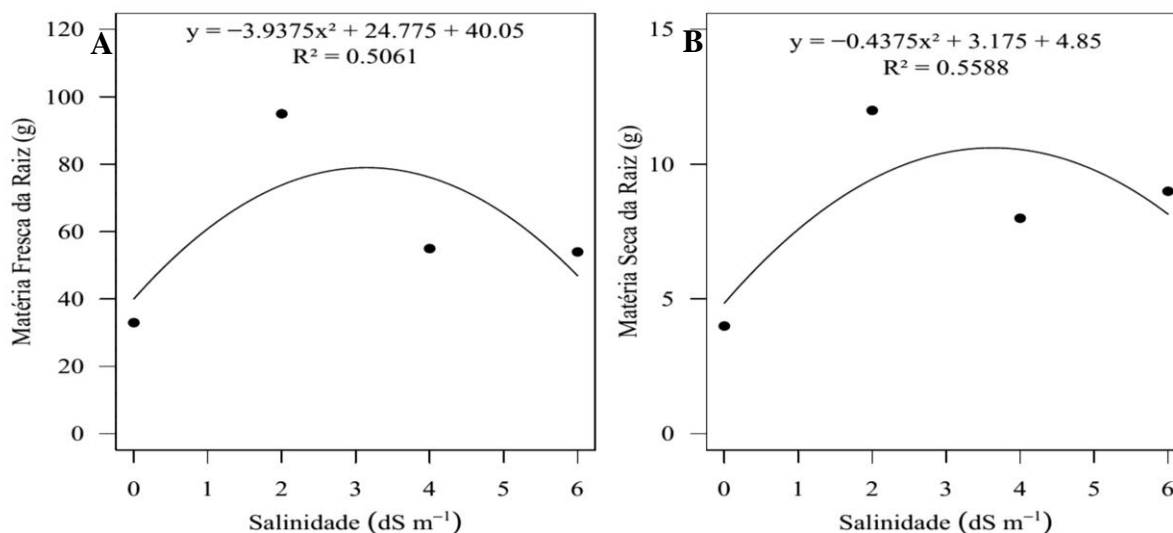


Figura 5. Matéria fresca da raiz (MFR) (A) e matéria seca da raiz (MSR) (B) da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplântio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

Segundo Santos et al. (2016) à medida que aumentou a salinidade da água de irrigação, houve incremento da fitomassa fresca da raiz. Sendo o maior rendimento alcançado com 5 dS m⁻¹, correspondendo a 3,13 e 0,59 g. O modelo matemático que melhor se ajustou foi o linear. Resultados diferentes foram observados na presente pesquisa.

De acordo com Hassanli et al. (2010) em estudos sobre a influência de métodos de irrigação e a qualidade da água na produção de beterraba açucareira, observaram efeito significativo da salinidade da água na produção de raízes da cultura. Indicando que a irrigação e os sais podem influenciar diretamente no desenvolvimento do sistema radicular que é a parte fundamental da beterraba utilizada para consumo. A beterraba, bem como outras culturas, apresentam

diferentes formas de se adaptarem as condições de estresse, sendo capaz de se desenvolver, ainda que, com os sais em excesso ou desequilíbrio.

De acordo com Ferreira et al. (2006) a produtividade total e das raízes com diâmetros considerados maiores que 3, 4, 5, 6 e 7 cm, não foi influenciada pelos níveis de salinidade nem da água de irrigação e lâminas de lixiviação, possivelmente pela beterraba ser uma cultura moderadamente tolerante à salinidade, indicando o cultivo nessas condições experimentais.

Ao analisar a matéria seca total média das plantas de beterraba, estima-se por meio da regressão quadrática que na salinidade de 3,49 dS m⁻¹, promove a máxima produção de 23,51 g planta⁻¹. Salinidade abaixo e acima desse valor apresenta menor massa total na beterraba (Figura 6).

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BETERRABA DE MESA SOB CONDIÇÕES SALINAS EM ALAGOAS

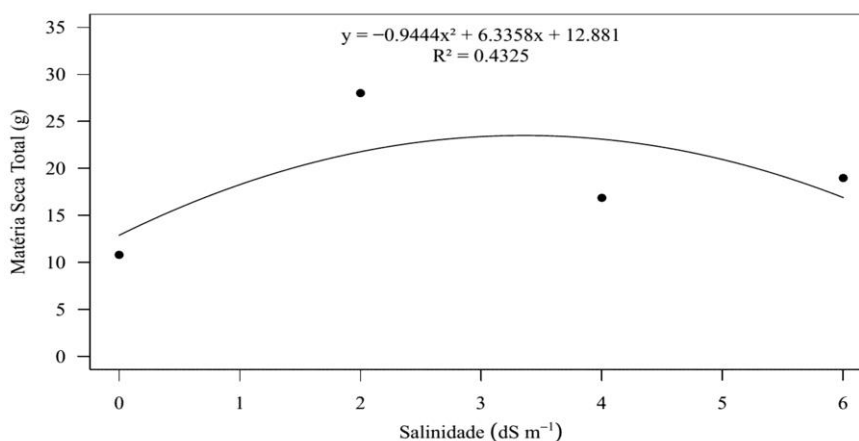


Figura 6. Matéria seca total (MST) média por planta de beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplântio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

Resultados semelhantes a essa pesquisa foram obtidos por Silva et al. (2013), que na condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹, observaram uma redução de 8,82 g na produção de matéria seca total a cada aumento unitário da condutividade da condutividade elétrica. Segundo Santos et al. (2016), para a

variável fitomassa seca total, aos 27 dias após aplicação dos tratamentos salinos, o máximo rendimento foi obtido com 3,5 dS m⁻¹ e correspondendo a 0,25 g da planta.

O ponto máximo de produtividade foi obtido com a salinidade de 3,47 dS m⁻¹ atingindo 35,26 t ha⁻¹ (Figura 7).

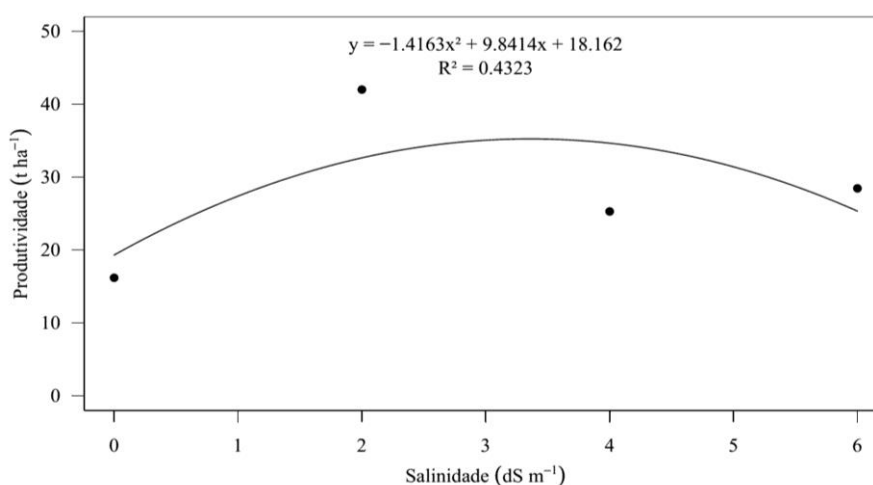


Figura 7. Produtividade da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplântio das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

Cordeiro et al. (1999) não observaram diferenças significativas entre os níveis de salinidade 4,0 e 8,0 dS m⁻¹, resultando em 29,4 e 26,3 t ha⁻¹, respectivamente, demonstrando assim, tolerância da beterraba a níveis elevados de salinidade. Estudos realizados por Ferreira et al. (2006) trabalhando com efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba,

obtiveram uma produtividade média de raízes de beterraba irrigada com águas salinas de 37,5 t ha⁻¹, mostrando a possibilidade do uso de água salina na irrigação da cultura.

Vale ressaltar, que ao se trabalhar com águas contendo elevados níveis de sais, o manejo adequado é de crucial, importância para evitar a salinização ou demais danos ao solo e as plantas.

Na Tabela 4, contém os resultados do índice SPAD e o índice de refração de solução grau Brix ($^{\circ}\text{Bx}$) apresentaram efeitos

significativos da salinidade, não havendo significância para lâminas e nem para interação lâmina x salinidade.

Tabela 3. Resumo da análise de variância índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) e índice de refração de solução (BRIX, $^{\circ}\text{Bx}$) na cultura da beterraba.

Fator de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		SPAD	BRIX
Salinidade - S	3	122,04**	15,67**
Lâmina - L	2	14,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}
S x L	6	26,49 ^{ns}	3,09 ^{ns}
Bloco	2	6,33 ^{ns}	0,38 ^{ns}
Resíduo	22	20,85	2,36
CV(%)		9,73	22,19

* e ** significativo a 5 e 1% de significância, respectivamente; ^{ns} não significativo

Na variável índice SPAD, cada acréscimo unitário de 1 dS m^{-1} , houve um aumento de $1,1675 \text{ mg m}^{-2}$. Para o índice de clorofila obtido, houve um crescimento linear a partir de $2,14 \text{ dS m}^{-1}$, ocorrendo uma queda após o nível de $4,14 \text{ dS m}^{-1}$. Essa variável determina o teor de clorofila presente na folha, fator primordial para fixação de energia luminosa e posterior conversão em energia

bioquímica (Figura 8A). Os menores valores para a variável índice de refração de solução ($^{\circ}\text{Bx}$) foram obtidos com a CEa de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$. Observa-se que inicialmente a planta estava com um elevado brix, porém, após a utilização da água do poço ($2,12 \text{ dS m}^{-1}$), ocorreu uma queda no teor de açúcares na planta. Já no nível de $4,12$ e $6,12 \text{ dS m}^{-1}$ ocorreu um aumento no teor de Brix (Figura 8B).

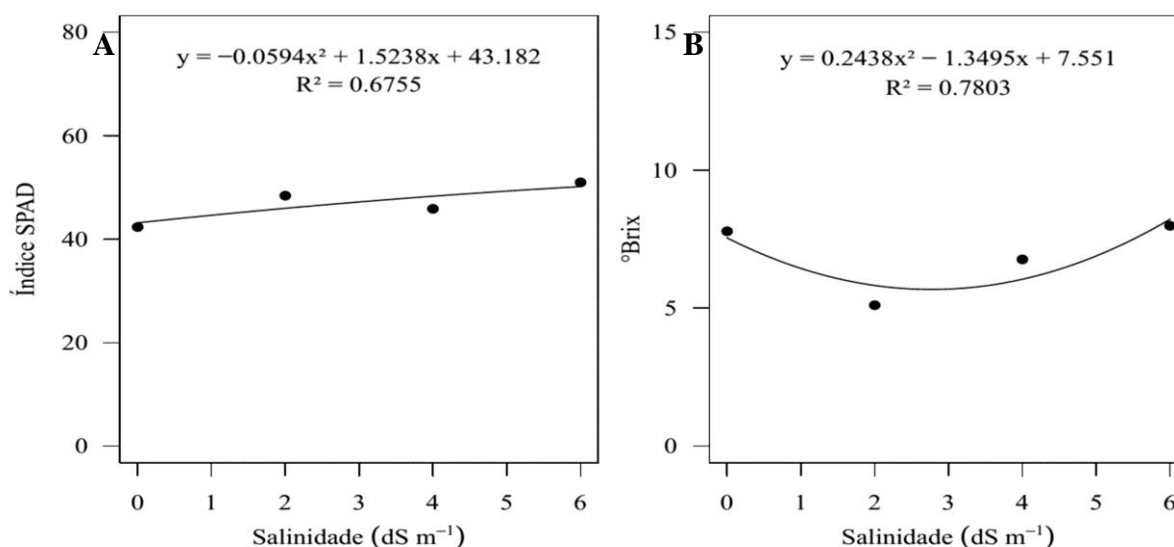


Figura 8. Índice SPAD (A) e BRIX (B) das folhas da beterraba de mesa obtido aos 63 dias após o transplante das mudas sob diferentes níveis de salinidade.

Para Guimarães et al. (1999), o SPAD avalia quantitativamente a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz

a 650 nm , onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm , onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BETERRABA DE MESA SOB CONDIÇÕES SALINAS EM ALAGOAS

equipamento calcula um número ou índice SPAD que, normalmente, é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha.

Com relação ao Brix, segundo Silva et al. (2013) o ajustamento osmótico é provocado pelo incremento da salinidade do solo encontrando um ponto ótimo no tratamento.

CONCLUSÕES

A salinidade de 3,5 dS m⁻¹, promoveu a máxima produção de 23,51 g planta⁻¹, já a produtividade máxima atingiu 35,26 t ha⁻¹ com a mesma salinidade, a partir desse valor de salinidade ocorreu um decréscimo.

Não houve efeito significativo para as lâminas de irrigação, nem interação entre os fatores. Com relação às demais variáveis, houve efeito significativo da salinidade para altura da planta, número de folhas, área foliar, matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria fresca da raiz, matéria seca da raiz, índice SPAD e o índice de refração de solução grau Brix (°Bx) não sendo significativo apenas para a variável diâmetro da raiz (D).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **FAO Irrigation and drainage paper, n.º. 56**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 300p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999, 218 p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado)

BARRETO, C. R.; ZANUDO, M. R.; WOBETO, C.; ROSA, C. C. B. Produtividade e qualidade da beterraba em função da aplicação de doses de nitrogênio. **Revista Uniara**, v.16, n.1, p. 145-148, 2013.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: MG: UFV, 2013. 23-463p.

CHEN, H.; JIANG, J. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Reviews**, v.18, n. NA, p.309-319, 2010.

CORDEIRO, G. G.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, J. R.; COSTA, N. D. Effect of saline water and soil conditioner on sugar beet yield in the Brazilian semi-arid region. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 39-41, 1999.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 281 p.

FERREIRA, P. A.; MOURA, R. F.; SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.570 – 578, 2006.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da Irrigação com Uso de Técnicas de Otimização. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.1, n.1, p. 24-49, 2007.

GHOULAM, C.; FOURSRY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, v. 47, n. 1, p. 39 - 50, 2002.

- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H.; MONNERAT, R. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantina**, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.
- HASSANLI, A. M.; AHMADIRAD, S.; BEECHAM, S. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. **Agricultural Water Management**, v.97, n. 2, p.357-362, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados preliminares. Brasil, 2018.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Estações automáticas**. Brasil, 2014.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. Publications In: Climatology. Laboratory of Climatology, New Gersey, 1948. 104p.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 35, n. 3, p. 929-937, 2011.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soil**. Washington, v. 78, n. 2, p. 160, 1954.
- SANTOS, D. P.; SANTOS, C. S.; SILVA, P. F.; PINHEIRO, M. P. M. A.; SANTOS, J. C. Crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação suplementar com água de diferentes concentrações salinas. **Revista Ceres**, v. 63, n.4, p. 509-516, 2016.
- SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. F.; TANAKA, A. A.; JUNIOR, J. F. S. et al. Water relationships in sugar beet cultivars under different levels of soil salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1143–1151, 2013.
- SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. F. Produção da cultura da beterraba irrigada com água salina. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 21, n.3, p. 271-279, 2013.
- SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. F.; CUNHA, A. R. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo para a beterraba sob estresse salino em ambiente protegido. **Irriga**, v. 19, n.3, p. 375-389, 2014.
- SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; KLAR, A. E. Manejo da Fertirrigação e Salinidade do Solo no Crescimento da Cultura da Beterraba. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 2, p. 230-241, 2015.
- TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Efeitos de doses de N em cobertura na cultura da beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 104, 1995.
- XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, região Agreste de Alagoas. **Geografia**. v. 14, n. 2, p. 49-64, 2010.
- ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; RECH, J.; GRACIANO, J. D.; GOMES, H. E.; PONTIM, B. C. A. Número de fileiras no canteiro e espaçamento entre plantas na produção e na rentabilidade da beterraba em Dourados, estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 397-401, 2008.