

CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS DA BETERRABA EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE SALINIDADE E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Dávilla Alessandra da Silva Alves¹, Kevim Muniz Ventura², Rodrigo Maximo Sánchez Roman³, Hélio Grassi Filho⁴

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito de lâminas de irrigação em função de níveis de salinidade no desenvolvimento de beterraba var. Early Wonder Tall Top. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de condutividade elétrica (0,0; 1,5; 2,0 e 4,0 dS m⁻¹) e duas lâminas de irrigação (50 e 100% da Evapotranspiração da cultura - ETc). Avaliaram-se o ganho de biomassa na parte aérea, número de folhas, peso de raízes e o teor de sólidos solúveis. Concluiu-se que o desempenho da beterraba apresentou sensibilidade moderada a partir de 2,4 dS m⁻¹ de CE na lâmina de 100%. Maior tolerância à salinização foi observada na lâmina de 50% da ETc, de até 3,1 dS m⁻¹ de CE na água de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: sódio, água salina, *Beta vulgaris*.

MORPHAGRONOMIC CHARACTERISTICS OF THE BEET IN THE FUNCTION OF SALINITY LEVELS AND IRRIGATION PLATES

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of irrigation slides as a function of salinity levels in the development of beet roots var. Early Wonder Tall Top. The experimental design was completely randomized with eight treatments and five replicates. The treatments consisted of four levels of electrical conductivity (0.0, 1.5, 2.0 and 4.0 dS m⁻¹) and two irrigation slides (50 and 100%). The biomass gain in shoot, number of leaves, root weight and °Brix content were evaluated. It was concluded with the results that the performance of the beet showed moderate sensitivity from 2.4 dS.m⁻¹ of EC in the 100%

¹ Doutoranda em Agronomia: Irrigação e drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14) 3880-7169. e-mail: davilla.alessandra@gmail.com.

² Doutorando em Agronomia: Irrigação e drenagem, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

³ Prof. Dr. Depto de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

⁴ Prof. Dr. Depto de Solos e Recursos Ambientais, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

slide. Greater tolerance to salinization was observed on the 50% ETc slide, up to 3.1 dS.m⁻¹ of EC in the irrigation water.

KEYWORDS: sodium, saline water, *Beta vulgaris*.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar brasileira é um dos seguimentos mais importantes para o mercado de alimentos, sobretudo, no sustento das famílias produtoras e para a segurança alimentar nacional (SIMÕES et al., 2016). Entretanto, é comum o manejo das culturas ser dificultado por falta de instrução e informações adequadas, especialmente quanto à irrigação.

A preocupação ganha proporções maiores quando se considera o cultivo agrícola em regiões em que águas subterrâneas e salobras, ricas em sais como o sódio (Na⁺), são a fonte mais importante para realizar a irrigação, para garantir a viabilidade econômica dos cultivos em que a baixa disponibilidade hídrica é dominante devido as condições climáticas locais (CARVALHO et al., 2012; SILVA et al., 2013).

Neste contexto, o manejo criterioso e programado ao recorrer a esta opção se torna imprescindível para evitar prejuízos ambientais decorrentes da salinização do solo. A consequência de problemas com salinidade consiste em um ambiente tóxico que prejudica o desenvolvimento e atenua o potencial de produção das culturas, de modo que a toxicidade do excesso de sais é resultado das mudanças nas relações iônicas entre Na⁺/K⁺, Na⁺/Ca⁺² e Cl⁻/NO₃⁻ nos tecidos vegetais (FERREIRA-SILVA et al., 2008).

Apesar do efeito negativo provocado pela salinidade, algumas culturas são mais tolerantes e podem utilizar o sódio como nutriente ou absorver água com mais facilidade, a exemplo da beterraba (CORREA et al., 2014). Porém, o seu cultivo ainda é negligenciado e evidencia a necessidade de pesquisas que demonstrem o seu desempenho sob condições de restrição hídrica referentes a qualidade e disponibilidade da água para irrigação, como meta para a obtenção de informações tecnológicas viáveis aos produtores para que possam minimizar os efeitos deletérios nestas condições.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos nas características morfoagronômicas da beterraba cultivada sob níveis de salinidade da água associados a dois regimes hídricos de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em ambiente protegido da Fazenda Lageado FCA/UNESP, em Botucatu-SP, situada a 22°52' S e 48° 26'22" W a 786 m de altitude (SANTOS; ESCOBEDO, 2016). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de condutividade elétrica (0,0; 1,5; 2,0 e 4,0 dS m⁻¹) e duas lâminas de irrigação (50 e 100%).

Utilizaram-se vasos com 20 litros de volume útil cultivados com beterraba var. Early wonder tall top. Foi utilizado um Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013), que apresentava antes da implantação do ensaio: pH – 4.1; M.O – 13,0 g dm⁻³; Presina – 3,0 mg dm⁻³; Al – 13 mmolc dm⁻³; H+Al – 65 mmolc dm⁻³; SB –3,3 mmolc dm⁻³; CTC – 68 mmolc dm⁻³; K – 0,3 mmolc dm⁻³; Ca – 2,0 mmolc dm⁻³; Mg – 1,0 mmolc dm⁻³ e V% – 5,0. As adubações e correção antes do ensaio foram realizadas de acordo com as recomendações propostas por Raij et al. (1997), para a cultura.

A lâmina de irrigação diária foi determinada pelo método do Tanque Classe A (TCA), corrigida pelo coeficiente de cultura (Kc) (Allen et al., 1998) e aplicada via gotejamento com 95% de eficiência, valor obtido por testes realizados de acordo com Keller & Bliesner (1990). A obtenção da água salina foi obtida utilizando a metodologia proposta por Lima et al. (2001), onde foi diluído NaCl, obtendo os valores de condutividade elétrica (CE) almejados. Para a testemunha (CE= 0,0), foi utilizada água destilada. O monitoramento da CE em água foi realizado diariamente com auxílio de condutivímetro portátil calibrado.

Na colheita, as plantas foram separadas em raiz e parte aérea para avaliação dos componentes morfoagronômicos de biomassa seca na parte aérea, número de folhas, massa de raiz e teor de sólidos solúveis, com auxílio de refratômetro óptico portátil, modelo RCZ/ Bel engineering® com faixa de leitura de 0-32%.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software SISVAR. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a p ≤0.05 de probabilidade. Posteriormente, os resultados foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa entre as lâminas de irrigação em função da CE da água, com exceção da variável biomassa seca da parte aérea (Figura 1). Avaliando o

desdobramento das lâminas de irrigação dentro dos níveis de condutividade elétrica aplicados, a biomassa seca da parte aérea diminuiu linearmente com o aumento da CE da água, independentemente da lâmina aplicada.

Para o número de folhas, o maior incremento foi obtido com a lâmina de 50% da ETc, sobretudo, com a CE estimada de 3,4 (dS m⁻¹) a qual proporcionou ganho médio de 17 folhas.planta⁻¹. Para a lâmina de 100%, o ponto ótimo da função indica que a CE de 2,0 (dS m⁻¹) foi a que proporcionou melhor resultado com média de 15 folhas.planta⁻¹.

Por outro lado, a lâmina de 50% apresentou menor peso de raiz quando comparada a lâmina de 100%, provavelmente devido ao incremento no número de folhas, como observado anteriormente. A melhor resposta estimada para esta característica ocorreu nos níveis de CE de 3,1 e 2,6 dS m⁻¹, respectivamente, para as lâminas de 100 e 50%.

Quanto ao teor de sólidos solúveis (°Brix), o ponto ótimo de ambas as funções indica teor máximo da variável para a CE de 2,1 dS m⁻¹ em 100% e de 2,7 dS m⁻¹ na lâmina de 50% da ETc. Em síntese, o comportamento das curvas demonstra que a lâmina de 50% proporcionou maior teor de sólidos nas raízes de beterraba em relação a lâmina de 100% da ETc.

Estes resultados podem indicar que a lâmina de 50% da ETc ocasionou estresse na planta, estimulando algum mecanismo de resistência e como consequência a produção de açúcares. A pouca variação observada nas funções para esta variável pode ser uma característica genética da variedade, e comportamento pode demonstrar também que o incremento na irrigação possivelmente ocasionou algum efeito de diluição para esta característica, o que justifica o decréscimo mais acentuado na lâmina de 100%.

O acúmulo de açúcares solúveis foi documentado como principal osmólito indicador de adaptação da cultura às condições salinas, e se constitui como uma das estratégias para lidar com o estresse osmótico causado pela salinidade (ZHANG et al., 2012; RADÍĆ et al. 2013; LI et al. 2017).

Apesar dos resultados obtidos, não foram observados efeitos prejudiciais à cultura em nenhum dos tratamentos. De acordo com Heidari et al. (2011), um dos principais efeitos negativos do estresse salino e hídrico são a interrupção do equilíbrio iônico que reduz a disponibilidade de nutrientes benéficos no sistema solo-planta, e a inibição da divisão e expansão celular que afetam o desenvolvimento da cultura. Isso faz com que ocorra redução na captação de água e nutrientes, causando perda de turgescência na planta, deficiência nutricional que além de prejudicar as folhas fotossinteticamente ativas, desenvolve clorose e senescência foliar precoce (HANIN et al., 2016).

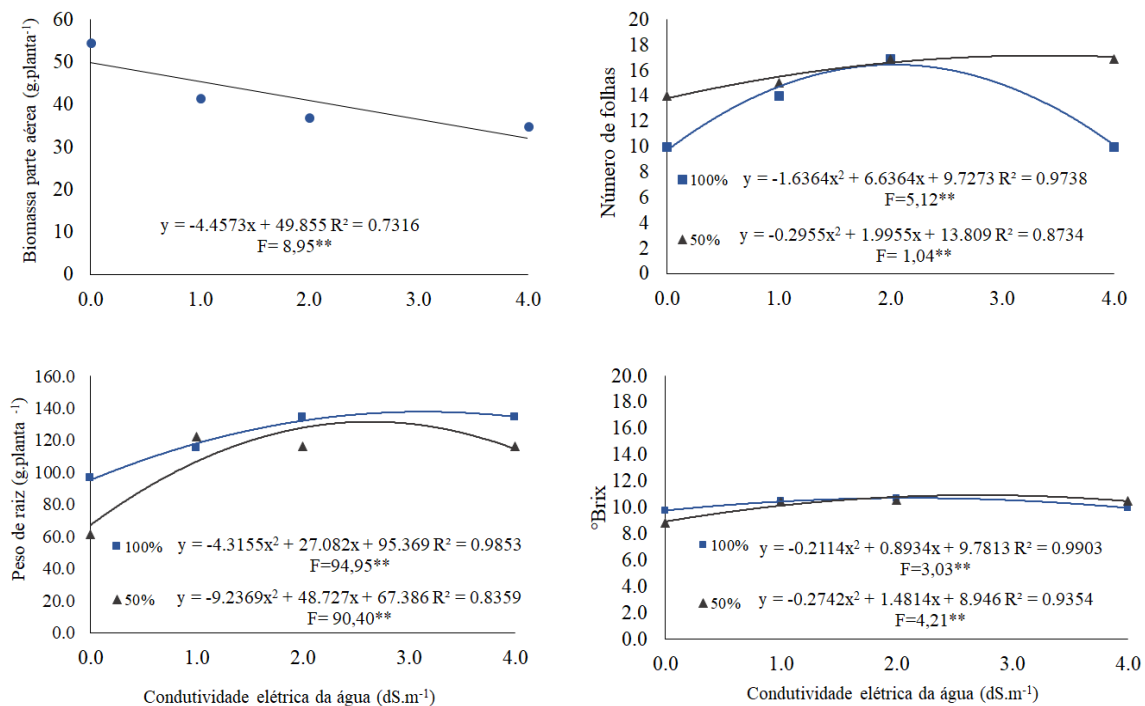


Figura 1. Atributos morfoagronômicos médios de biomassa da parte aérea, número de folhas, peso de raízes e teor de sólidos solúveis (°Brix) em função níveis de salinidade da água e regimes hídricos de irrigação.

De maneira geral, verificou-se que a beterraba apresentou sensibilidade à CE a partir de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ na lâmina de 100%, e de até $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ à salinização na lâmina de 50% da ETc. Estes resultados estão de acordo com o proposto por Ayers e Westcost (1991), os quais apontam que a beterraba possui tolerância a salinidade na faixa de $2,0$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Em condições semelhantes, Pereira Filho et al. (2017) aplicando 100% da ETc em feijão-caupi notou menor efeito da salinidade em comparação a lâmina de 50%, nas características produtivas da cultura. O Feijão-caupi, assim como a beterraba, são moderadamente tolerantes à salinidade, mas de acordo com Prazeres et al. (2015) esta cultura suporta CE da água de até $3,3 \text{ dS m}^{-1}$. No entanto, a beterraba possui ancestrais halofíticos que lhe conferem tolerância a salinidades maiores, bem como respostas distintas em relação a outras espécies de plantas (GHEYI et al., 1999).

Neste trabalho, verificou-se que a beterraba obteve resposta mais expressiva na parte aérea com destaque na lâmina de 50% da Etc (Figura 1), onde provavelmente o efeito de diluição exercido pelo excedente de água de irrigação foi menor quando comparada a lâmina de 100%. Segundo Lehr (1941c) citado por Adeyeye (2005), o sódio exerce uma função independente que demonstra maior influência no desenvolvimento da parte aérea do que da raiz, e isso indica que não há substituição de elementos como o potássio na parte aérea, mas devido ao Na^+ ter função específica neste aspecto.

Em experimentos realizados por Subbarao et al, (2003) em Chenopodiaceae: beterraba vermelha, beterraba sacarina e espinafre, os autores observaram que a presença do elemento possui funções específicas como um agente osmótico durante o alargamento celular e um contra-íon durante o transporte de longa distância, dessa forma influencia o crescimento das plantas de maneira muito significativa. Em estudo semelhante, Subbarao et al. (1999a) quanto a resposta da beterraba à adubação com Na e K, os autores identificaram que o crescimento máximo da cultura ocorreu na presença de Na e K juntos, em contrapartida à adubação apenas com K. Portanto, os autores acreditam que o Na, desempenha um papel único na nutrição de plantas que não se encaixa perfeitamente na classificação de essencialidade, mas como um nutriente mineral funcional.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados expostos nestas condições experimentais, constatou-se que o nível de salinidade da água de até $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ pode ser utilizado para o cultivo da beterraba var. Early wonder tall top sem afetar o desenvolvimento e a produção da cultura, mesmo em condições de menor disponibilidade de água para irrigação.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de estudo aos estudantes de pós-graduação na área de manejo da irrigação e reuso de água na agricultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEYEYE, E. I. DISTRIBUTION OF MAJOR ELEMENTS (Na, K, Ca, Mg) IN THE VARIOUS ANATOMICAL PARTS OF FADAMA CROPS IN EKITI STATE, NIGERIA. **Bull. Chem. Soc. Ethiop.**, v. 19, n.2, p.175-183, 2005.

ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements, Rome: FAO. Irrigation and drainage paper, v. 56, 301p.,1998.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. In: GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).

CARVALHO, J. F. de; TSIMPHO, C. J.; SILVA, E. F de F. e; MEDEIROS, P. R. F. de; SANTOS, M. H. V. dos; SANTOS, A. N dos. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.4, p.368– 374, 2012.

CORRÊA, C.V; CARDOSO, A. I. I.; SOUZA, L. G.; ANTUNES, W. L. P; MAGOLBO, L. A. Produção de beterraba em função do espaçamento. *Horticultura Brasileira*, v.32, p.111-114, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 306p.

FERREIRA-SILVA S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; VOIGT, E. L.; SOARES, L. S. P.; VIÉGAS, R. A. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance

in two contrasting cashew rootstocks. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 51-59, 2008.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; DAMACENO, F. A. V. **A qualidade da água na agricultura**. Traduzido por R. S. Ayers e D. W. Westcot. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos da FAO: irrigação e drenagem, 29). Título original: Water quality for agriculture.

HANIN, M.; EBEL, C.; NGOM, M.; LAPLAZE, L.; MASMOUDI, K. Novos insights sobre os mecanismos de tolerância ao sal planta e seu uso potencial para reprodução. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1787, 2016.

HEIDARI, A.; TOORCHI, M.; BANDEHAGH, A.; SHAKIBA, M.R. Effect of NaCl stress on growth, water relations, organic and inorganic osmolytes accumulation in sunflower

(*Helianthus annuus* L.) lines. **Universal Journal of Environmental Research and Technology**, v.1, p. 351 – 362, 2011.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: Avibook, 1990. 649p.

LEHR, J. J. The nutrition of sodium for plant nutrition III: effects on beets of the secondary ions in nitrate fertilizers. **Soil Science**, Philadelphia, v. 52, p. 373- 379, 1941c.

LIMA, K. L.; CAVALCANTE, L. F.; FEITOSA FILHO, J. C. Efeito de fontes e níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e o crescimento da pinheira.

Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 135-144, 2001.

LI, Q.; YANG, A.; ZHANG, W.H. Comparative studies on tolerance of rice genotypes differing in their tolerance to moderate salt stress. **BMC Plant Biol**, v.17, p.141, 2017.

PEREIRA FILHO, J. V.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, T. C.; PEREIRA, C. C. M. S.; CHAGAS, K. L. Alteração química do solo cultivado com feijão caupi sob salinidade e dois regimes hídricos. **Rev. Bras. Agric. Irr.** v. 11, n. 8, p. 2206 - 2216, 2017.

PRAZERES, S. da S.; LACERDA, C. F. de; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I, C. da S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista AgroAmbiente**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

RADIĆ, S; ŠTEFANIĆ, P.P.; LEPEDUŠ, H.; ROJE, V.; PEVALEK-KOZLINA, B. Salt tolerance of *Centaurea ragusina* L. is associated with efficient osmotic adjustment and increased antioxidative capacity. **Environ Exp Bot**, v. 87, p.39–48, 2013.

RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: instituto agrônômico/ fundação IAC. 1997. 285p.

SANTOS, C. M.; ESCOBEDO, J. F., Temporal variability of atmospheric turbidity and DNI attenuation in the sugarcane region, Botucatu/SP. **Atmospheric Research**, v.181, p. 312–321, 2016

SILVA, A. O. da; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. de F. e. Produção da cultura da beterraba irrigada com água salina. **Engenharia na agricultura**, v.21, n.3, p. 271-279, 2013.

SIMÕES, W. L., DE SOUZA, M. A., YURI, J. E., GUIMARÃES, M. M., & GOMES, V. H. F. Desempenho de cultivares de beterrabas submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Submédio São Francisco. *Water Resources and Irrigation Management*, v.5, n.2, p.51-57, 2016.

SUBBARAO, G. V.; ITO, O.; BERRY, W. L.; WHEELER, R. M. Sodium - A Functional Plant Nutrient. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.22, n.5, p.391-416, 2003.

SUBBARAO, G. V., WHEELER, R. M., STUTTE, G. W., AND LEVINE, L. H. How far can sodium substitute for potassium in redbeet. **J. Pl. Nutr.**, v. 22, p.1745- 1761, 1999a.

ZHANG, H; HAN, B; WANG, T; CHEN, S.X.; LI, H.Y. Mechanisms of plant salt response: insights from proteomics. *J Proteome Res*, v.11, p.49-67, 2012.