

**AMBIÊNCIA AGRÍCOLA E ESTRESSE SALINO NAS RESPOSTAS  
FISIOLÓGICAS DA CULTURA DA BETERRABA**

Mirele Germano Pedrosa<sup>1</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>2</sup>, José Thomas Machado de Sousa<sup>3</sup>,  
Francisco Rafael de Oliveira<sup>4</sup>, Bruno Anderson da Silva<sup>5</sup>, Tamires da Conceição Mendes  
Semedo<sup>6</sup>

**RESUMO:** Os efeitos deletérios dos sais nas plantas expostas a altas radiações solares tendem a ser mais acelerados em razão do aumento de íons tóxicos na parte aérea vegetal, consequentemente, os processos fisiológicos e bioquímicos serão afetados. No entanto, esses efeitos podem ser minimizados com a utilização de estratégias de manejo, como o uso de tela de sombreamento e ambiente protegido. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as repostas fisiológicas da cultura da beterraba cultivada em diferentes ambientes e irrigada com águas salinas. O experimento foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2019, em delineamento experimental inteiramente casualizado, fazendo uso do esquema fatorial 3 x 2 com 3 repetições, equivalente a três ambientes (PS = pleno sol; TS = telado de sombreamento aberto nas laterais e AP = ambiente protegido) e duas condutividades elétricas da água de irrigação (0,5 e 5,8 dS m<sup>-1</sup>). Aos 45 DAS foram analisadas as seguintes variáveis: fotossíntese líquida, condutância estomática e eficiência instantânea no uso da água. As repostas fisiológicas da cultura da beterraba foram afetadas quando cultivadas em ambiente pleno sol e irrigadas com água de alta salinidade. O ambiente protegido proporciona uma aclimação fisiológica, independentemente da salinidade da água de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Beta vulgaris* L., salinidade, aclimação

**AGRICULTURAL ENVIRONMENT AND SALT STRESS ON THE  
PHYSIOLOGICAL REPOSES OF BEET CROP**

<sup>1</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/ UNILAB, CEP 62790-000, Redenção, CE. Fone: (85)9132-2244, e-mail: mirelepedrosa@aluno.unilab.edu.br

<sup>2</sup> Prof. Dr., Instituto de Desenvolvimento Rural/IDR, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/ UNILAB, Redenção, CE

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará (UFC). Fortaleza, CE

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/ UNILAB, Redenção, CE

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/ UNILAB, Redenção, CE

<sup>6</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/ UNILAB, Redenção, CE

**ABSTRACT:** The deleterious effects of salts on plants exposed to high solar radiation tend to be more accelerated, due to the increase of toxic ions in the plant aerial part, consequently, physiological and biochemical processes will be affected. However, these effects can be minimized with the use of a management strategy, such as the use of a shading screen and protected environment. In this sense, the objective was to evaluate the physiological responses of sugar beet culture grown in different environments and irrigated with saline water. The experiment was conducted from October to December 2019, in a completely randomized experimental design, using a 3 x 2 factorial scheme with 3 replications, equivalent to three environments (PS = full sun; TS = screen with open shading on the sides and AP = protected environment) and two electrical conductivity of the irrigation water (0.5 and 5.8 dS m<sup>-1</sup>). At 45 DAS, the following variables were analyzed: net photosynthesis, stomatal conductance and instantaneous water use efficiency. The physiological responses of the sugar beet crop were affected when cultivated in full sun environment and irrigated with high salinity water. The protected environment provides physiological acclimatization, regardless of the salinity of the irrigation water.

**KEYWORDS:** *Beta vulgaris* L., salinity, acclimatization

## INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortaliça bianual, componente da família Chenopodiaceae, e originou-se em países do sul da Europa e norte da África (FILGUEIRA, 2012). Inúmeras culturas hortícolas são produzidas no Brasil, dentre as quais, a beterraba de mesa está entre as dez mais cultivadas no país (SILVA et al., 2019).

Para a produção agrícola global com segurança é imprescindível a utilização da irrigação, principalmente em regiões que apresentam uma alta variabilidade climática, como é o caso do semiárido do Brasil; entretanto, a grande maioria das fontes hídricas disponíveis para irrigação nessa região apresentam um elevado teor de sais (DIAS et al., 2020).

Os efeitos deletérios dos sais nas plantas expostas a altas radiações solares, tendem a ser mais acelerados, em razão do aumento de íons tóxicos na parte aérea vegetal, consequentemente, os processos fisiológicos e bioquímicos serão afetados (TATTINI et al., 2006; MUHAMMAD et al., 2021). Segundo Fini et al. (2014), plantas não sombreadas podem ter maiores taxas de absorção e translocação de íons potencialmente tóxicos do que suas contrapartes sombreadas.

Diante desse contexto, a utilização do sombreamento, seja parcial como tela de sombreamento ou ambiente protegido, aparece como uma alternativa para minimizar os efeitos danosos causados pelos sais nas plantas (ARAS et al., 2021). Gálvez et al. (2020), verificaram efeitos positivos da rede de sombreamento na condutância estomática, nas relações hídricas e na eficiência intrínseca do uso de água na cultura da pimenta, especialmente em condições de salinidade.

Portanto, objetivou-se avaliar neste estudo as respostas fisiológicas da cultura da beterraba cultivada em diferentes ambientes e irrigadas com águas salinas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2019, na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, CE, Brasil.

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), fazendo uso do esquema fatorial 3 x 2, com 3 repetições, equivalente a três ambientes de cultivo (PS = pleno sol; TS = telado de sombreamento (Preto - 50%) aberto nas laterais e AP = ambiente protegido) e duas condutividades elétricas da água de irrigação – CEa (água de abastecimento 0,5 dS m<sup>-1</sup> e solução salina 5,8 dS m<sup>-1</sup>).

O manejo da irrigação foi realizado manualmente com lâmina de 15% de acordo com Ayers & Westcot (1999), em frequência diária, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO et al., 2019), mantendo o solo na capacidade de campo. O volume de água a ser aplicado às plantas foi determinado por (Eq. 1):

$$VI = \frac{(V_p - V_d)}{(1 - LF)} \quad (1)$$

Em que, VI - Volume de água a ser aplicado na irrigação (mL); V<sub>p</sub> - volume de água aplicado na irrigação anterior (mL); V<sub>d</sub> - Volume de água drenada (mL); LF = fração de lixiviação de 0,15.

A solução salina utilizada para irrigação foi formulada a partir da diluição de sais solúveis (NaCl, CaCl<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>6H<sub>2</sub>O), na proporção equivalente de 7: 2: 1 entre Na, Ca e Mg, obedecendo a relação entre CEa e sua concentração molar (mmolc L<sup>-1</sup> = CE × 10), seguindo metodologia contida em Richards (1954).

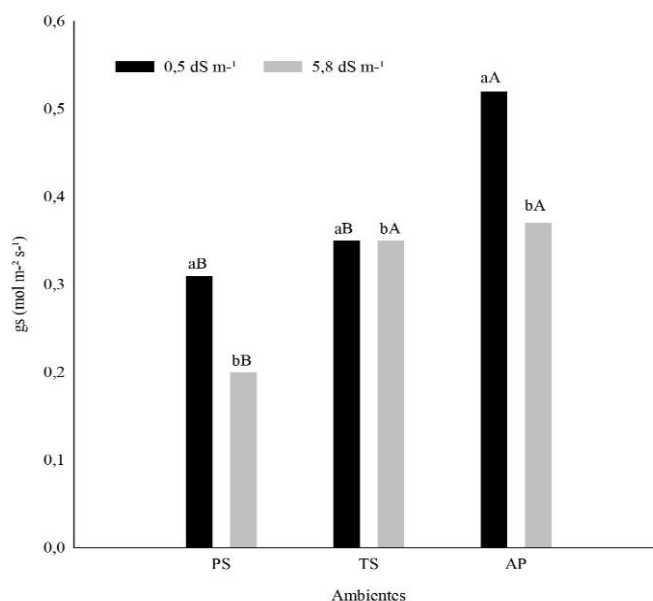
Aos 45 DAS, foram realizadas leituras das trocas gasosas. As medições ocorreram entre 9 e 11 da manhã, apenas em uma planta e nas folhas completamente expandidas, sendo

determinadas as seguintes variáveis: fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), utilizando-se um analisador de gás no infravermelho (IRGA, LI-6400XT, LI-COR). Através dos dados de trocas gasosas, foi determinada a eficiência instantânea no uso da água (A/E).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Na ocorrência de significância para a interação entre os ambientes versus salinidade ou fatores isolados, foi procedido o teste de Tukey  $p \leq 0,05$  através do software Assisat. 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para condutância estomática (Figura 1), verificou-se que não houve diferenças significativas na gs no telado de sombreamento aberto nas laterais e ambiente protegido irrigados com água de salinidade  $5,8 \text{ dS m}^{-1}$  e ocorreu uma redução expressiva na condutância estomática no ambiente pleno sol na água de maior CEa.

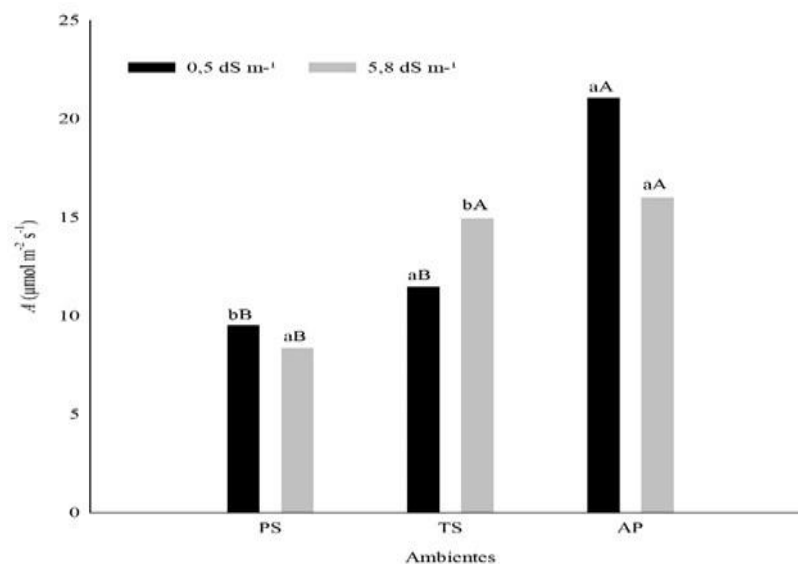


**Figura 1.** Condutância estomática (gs) em plantas de beterrabas cultivadas em diferentes ambientes (PS = pleno sol; TS = telado de sombreamento aberto nas laterais e AP = ambiente protegido) irrigadas com águas salinas aos 45 DAS. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para os níveis de salinidade ou letras maiúsculas na mesma ambiência não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Em geral, as plantas sob estresses abióticos como é o caso do estresse salino e alta incidência solar, na tentativa de diminuir a perda de água através de vapor pela transpiração, reduzem a abertura dos estômatos (TAIZ et al., 2017), através de hormônios gerados por ramos e raízes (MUHAMMAD et al., 2021), limitando assim taxa fotossintética líquida e o influxo de  $\text{CO}_2$  necessário para processo de assimilação (LACERDA et al., 2020).

Em estudo avaliando as respostas da cereja doce ao estresse salino em diferentes sombreamentos, Aras et al. (2021), constataram que a condutância estomática das plantas reduziu quando cultivadas sob estresse salino em ambiente não sombreado.

Ocorreu um aumento da taxa fotossintética líquida (Figura 2) com incremento da salinidade ( $5,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) no ambiente protegido ( $16,06 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), não diferindo estatisticamente das plantas irrigadas com água de baixa salinidade ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) na mesma ambiência. Entretanto, no ambiente pleno sol, as plantas, quando irrigadas com água de alta salinidade ( $5,8 \text{ dS m}^{-1}$ ), apresentaram uma redução na taxa fotossintética líquida de 48 e 7%, quando comparada às outras formas de ambiência, respectivamente.

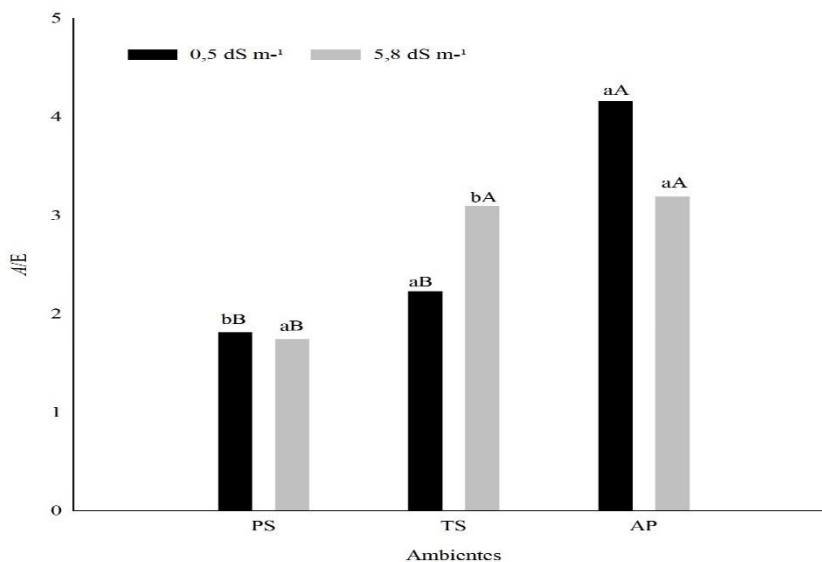


**Figura 2.** Fotossíntese líquida (A) em plantas de beterrabas cultivadas em diferentes ambientes (PS = pleno sol; TS = telado de sombreamento aberto nas laterais e AP = ambiente protegido) irrigadas com águas salinas aos 45 DAS. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para os níveis de salinidade ou letras maiúsculas na mesma ambiência não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O aumento da fotossíntese líquida com o incremento da salinidade no ambiente protegido, demonstra que a utilização do ambiente protegido possivelmente promoveu uma aclimação fisiológica, aliviando parcialmente um estresse térmico e excesso de luz e salinidade (DIAS et al., 2018; SÁ et al., 2020). Resultados semelhantes foram encontrados por Gálvez et al. (2020), em pimentas sombreadas com telas vermelhas e não sombreadas sob estresse salino, onde verificaram um aumento na taxa fotossintética líquida em condições de salinidade em plantas de pimenta sombreadas.

Com relação a eficiência instantânea no uso da água (A/E) (Figura 3), verificou-se que o aumento da salinidade da água de irrigação em plantas cultivadas no ambiente protegido promoveu um aumento na A/E (77,7%) quando comparado ao ambiente pleno sol irrigado com

água de baixa salinidade e não diferindo estatisticamente das plantas do ambiente irrigadas com CEa  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ .



**Figura 3.** Eficiência instantânea no uso da água (A/E) em plantas de beterrabas cultivadas em diferentes ambientes (PS = pleno sol; TS = telado de sombreamento aberto nas laterais e AP = ambiente protegido) irrigadas com águas salinas aos 45 DAS. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para os níveis de salinidade ou letras maiúsculas na mesma ambiência não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Em ambientes salinos, o aumento da A/E é uma estratégia das culturas moderadamente tolerantes, que visa diminuir altas concentrações de sais na parte aérea das plantas (FERNANDES et al., 2016). Esses resultados corroboram com os encontrados por Syvertsen et al. (2010), que analisaram a tolerância à salinidade e eficiência do uso da água pela folha em citros, e verificaram um aumento na eficiência instantânea no uso da água em ambiente salinos e uma diminuição do  $\text{Cl}^-$  nas folhas.

## CONCLUSÕES

As respostas fisiológicas da cultura da beterraba foram afetadas quando cultivadas em ambiente pleno sol e irrigadas com água de alta salinidade.

O ambiente protegido proporciona uma aclimação fisiológica, independentemente da salinidade da água de irrigação.

A água de baixa salinidade associada ao uso do ambiente protegido proporciona maior condutância estomática, fotossíntese líquida e eficiência instantânea no uso da água.

## REFERÊNCIAS

- ARAS, S.; KELES, H.; BOZKURT, E. Shading Treatments Improved Plant Growth and Physiological Responses of Sweet Cherry Plants Subjected to Salt Stress. **Alinteri Journal of Agricultural Science**, v. 36, n. 1, p. 66-70, 2021.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A Qualidade da Água na Agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. Editora UFV, 9a Ed., 2019. 545p.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 470-479, 2020.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. A. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e adubação com nitrato-amônio. **Irriga**, v. 23, n. 2, p. 220-234, 2018.
- FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Halofitismo e agricultura biossalina. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FINI, A.; GUIDI, L.; GIORDANO, C.; BARATTO, M. C.; FERRINI, F.; BRUNETTI, C.; TATTINI, M. Salinity stress constrains photosynthesis in *Fraxinus ornus* more when growing in partial shading than in full sunlight: consequences for the antioxidant defence system. **Annals of botany**, v. 114, n. 3, p. 525-538, 2014.
- GÁLVEZ, A.; ALBACETE, A.; DEL AMOR, F. M.; LÓPEZ-MARÍN, J. The Use of Red Shade Nets Improves Growth in Salinized Pepper (*Capsicum annuum* L.) Plants by Regulating Their Ion Homeostasis and Hormone Balance. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1766, 2020.
- GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, v.2, p. 35-50, 2016.
- LACERDA, C. F. D.; OLIVEIRA, E. V. D.; NEVES, A. L.; GHEYI, H. R.; BEZERRA, M. A.; COSTA, C. A. Morphophysiological responses and mechanisms of salt tolerance in four

ornamental perennial species under tropical climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 10, p. 656-663, 2020.

MUHAMMAD, I.; SHALMANI, A.; ALI, M.; YANG, Q. H.; AHMAD, H.; LI, F. B. Mechanisms Regulating the Dynamics of Photosynthesis Under Abiotic Stresses. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 2310, 2021.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. LWW, 1954.

SÁ, F. V.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P., LACERDA, C. F.; FERNANDES, P. D. Saline water, nitrogen and phosphorus on water relations and physiological aspects of West Indian cherry. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 3, p. 430-437, 2018.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal and Agriculture Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, G. A.; GRANGEIRO, L. C.; SOUSA, V. D. F.; SILVA, L. R.; JESUS, P. M.; SILVA, J. L. Agronomic performance of beet cultivars as a function of phosphorus fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 7, p. 518-523, 2019.

SYVERTSEN, J. P.; MELGAR, J. C.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F. Salinity tolerance and leaf water use efficiency in citrus. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 135, n. 1, p. 33-39, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017. 888p.

TATTINI, M.; REMORINI, D.; PINELLI, P.; AGATI, G.; SARACINI, E.; TRAVERSI, M. L.; MASSAI, R. Morpho-anatomical, physiological and biochemical adjustments in response to root zone salinity stress and high solar radiation in two Mediterranean evergreen shrubs, *Myrtus communis* and *Pistacia lentiscus*. **New phytologist**, v. 170, n. 4, p. 779-794, 2006.