

## TROCAS GASOSAS DE QUIABEIRO SOB SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Rômulo Carantino Lucena Moreira<sup>1</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>2</sup>, Eliana Nascimento Rocha<sup>3</sup>, Rafael Gonçalves da Silva<sup>3</sup>, Victoria Cristina Gomes Colman<sup>3</sup>, Thallysson Rodrigo Gurgel Silva<sup>3</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as trocas gasosas do quiabeiro submetido a doses de adubação potássica e irrigação com diferentes salinidades. O trabalho foi realizado em ambiente protegido em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 5, onde os fatores foram constituídos por cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,3, 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>) e cinco doses de potássio (50, 75, 100, 125 e 150% da recomendação K<sub>2</sub>O) onde a dose de 100% foi referente a 150 mg de K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> de solo, com três repetições e uma planta por parcela. Sendo analisadas as trocas gasosas, a fluorescência da clorofila *a* e a produção do quiabeiro. As trocas gasosas foram comprometidas pelo incremento da C<sub>ea</sub> a partir do nível de 1,5 dS m<sup>-1</sup>. A adubação com potássio reduziu os efeitos deletérios do estresse salino sobre a condutância estomática e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e das plantas de quiabo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, potássio, *Abelmoschus esculentus*

## GAS CHANGE EXCHANGES UNDER SALINITY OF IRRIGATION WATER AND POTASSIUM FERTILIZATION

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the gas exchange of okra submitted to doses of potassium fertilization and irrigation with different salinities. The work was carried out in a protected environment in a randomized block design in a 5 x 5 factorial scheme, where the factors were constituted by five levels of irrigation water salinity (0.3, 1.3,

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – PB, e-mail: romulocarantino@gmail.com

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup> Doutora da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – PB, e-mail: lauriane.soares@pq.cnpq.br

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia: Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – PB, e-mail: liarochoaufcg@gmail.com; vikcolman@gmail.com; rodrigo\_gurgel06@hotmail.com

2.3, 3.3 and 4.3 dS m<sup>-1</sup>) and five potassium doses (50, 75, 100, 125 and 150% of the K<sub>2</sub>O recommendation) where the 100% dose was 150 mg K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> of soil, with three repetitions. and one plant per plot. Gas exchange, chlorophyll a fluorescence and okra production were analyzed. Gas exchange was compromised by the increase of ECa from the 1.5 dS m<sup>-1</sup> level. Potassium fertilization reduced the deleterious effects of saline stress on stomatal conductance and CO<sub>2</sub> assimilation rate and of okra plants.

**KEYWORDS:** Water Quality, Potassium, *Abelmoschus esculentus*

## INTRODUÇÃO

O manejo de águas salinas vem sendo considerado uma alternativa para a produção de culturas em diversas regiões do mundo, notadamente em regiões áridas e semiáridas, tendo em vista a ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais. Todavia, a utilização inadequada desse recurso, associados à alta demanda evaporativa contribuem para o aumento da salinidade do solo e a obtenção de baixas produtividades (Lima et al., 2014).

Dentre as alternativas empregadas para mitigar os efeitos do estresse salino, destaca-se a adubação mineral. Diversos estudos vêm associando a tolerância das culturas à salinidade a uma nutrição potássica adequada (Gurgel et al., 2010), sendo o potássio responsável por diversos processos biológicos nas células das plantas, tais como, ativação enzimática, respiração, fotossíntese e na regulação osmótica promovendo a manutenção do turgor nas células-guarda (Prazeres, et al., 2015; Lima et al., 2018).

O efeito do excesso de sais no solo pode incidir em impactos ambientais quanto ao solo e à água subterrânea, pela susceptibilidade de salinização e sodificação dos recursos naturais (água e solo) do Semiárido Nordeste (Montenegro et al., 2013). Tais efeitos provocam reduções no crescimento e o desenvolvimento das plantas afetando processos fisiológicos, incluindo modificação do equilíbrio iônico, nutrição mineral, comportamento estomático e eficiência fotossintética (Ferreira et al., 2012, Prazeres et al., 2015, Lima et al., 2017).

Neste contexto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas, do quiabeiro sob salinidade da água e doses de adubação potássica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de agosto a outubro de 2018, sob condições de ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar- CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W e altitude de 194 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 5, com três repetições e uma planta na parcela, perfazendo 25 tratamentos. Os fatores consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água (0,3, 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>) e cinco doses de potássio (50, 75, 100, 125 e 150% de K) da dose recomendada para ensaio em vaso de Novais (1991), onde a dose de 100% referente a 150 mg de K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> de solo.

A água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>) foi obtida do sistema de abastecimento local; já os demais níveis de CEa foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, a partir dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub> .2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub> .6H<sub>2</sub>O, respectivamente. Essa relação está predominante em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (Medeiros 2003). No preparo da água de irrigação de maior salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais (10\*mmolc L<sup>-1</sup> = 1 dS m<sup>-1</sup> de CEa), extraída de Rhoades et al. (2000).

A cultivar de quiabeiro utilizada foi a Santa Cruz, destacando-se pelo ciclo precoce, sendo a colheita realizada a partir dos 75 dias após o plantio. É uma planta rústica, com folhagem vigorosa e tolerante a temperaturas elevadas. Apresenta frutos redondos, com casca verde escura. Possui polpa com alto teor de açúcar, macia e com coloração de um vermelho intenso.

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos adaptados como lisímetros com 20 L de capacidade, os quais receberam na base uma camada de 3 cm de brita e uma manta geotêxtil para evitar a obstrução do sistema de drenagem pelo material de solo. Cobrindo a superfície da base do recipiente, em cada vaso foi instalada uma mangueira transparente de 4 mm de diâmetro conectada à sua base, de modo a facilitar a drenagem, sendo acoplada a um recipiente plástico para coleta da água a ser drenada. Em seguida, foram acondicionados 24 kg de um Neossolo flúvico de textura franco-arenosa, proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização do solo utilizado no experimento.

Classificação textural	Densidade aparente kg dm <sup>-3</sup>	Porosidade total %	Matéria orgânica g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	Complexo sortivo					
					Ca <sup>2+</sup> -----	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Na <sup>+</sup> -----	K <sup>+</sup> -----		
Franco arenoso	1,38	47,00	32	17	5,4	4,1	2,21	0,28		
Extrato de saturação										
pHes	CEes dS m <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Saturação %
7,41	1,21	2,50	3,75	4,74	3,02	7,50	3,10	0,00	5,63	27,00

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 °C

A adubação com fósforo e nitrogênio foi realizada, conforme recomendação para ensaios em vasos, contida em Novais et al., (1991), sendo aplicado 300 e 100 mg kg<sup>-1</sup> de solo, respectivamente, utilizando como fonte fosfato monoamônico e uréia, aplicados em cobertura divididos em três aplicações iguais. Os tratamentos com adubação potássica foram aplicados em cobertura com início aos 15 DAS e aos 30 e 45 DAS.

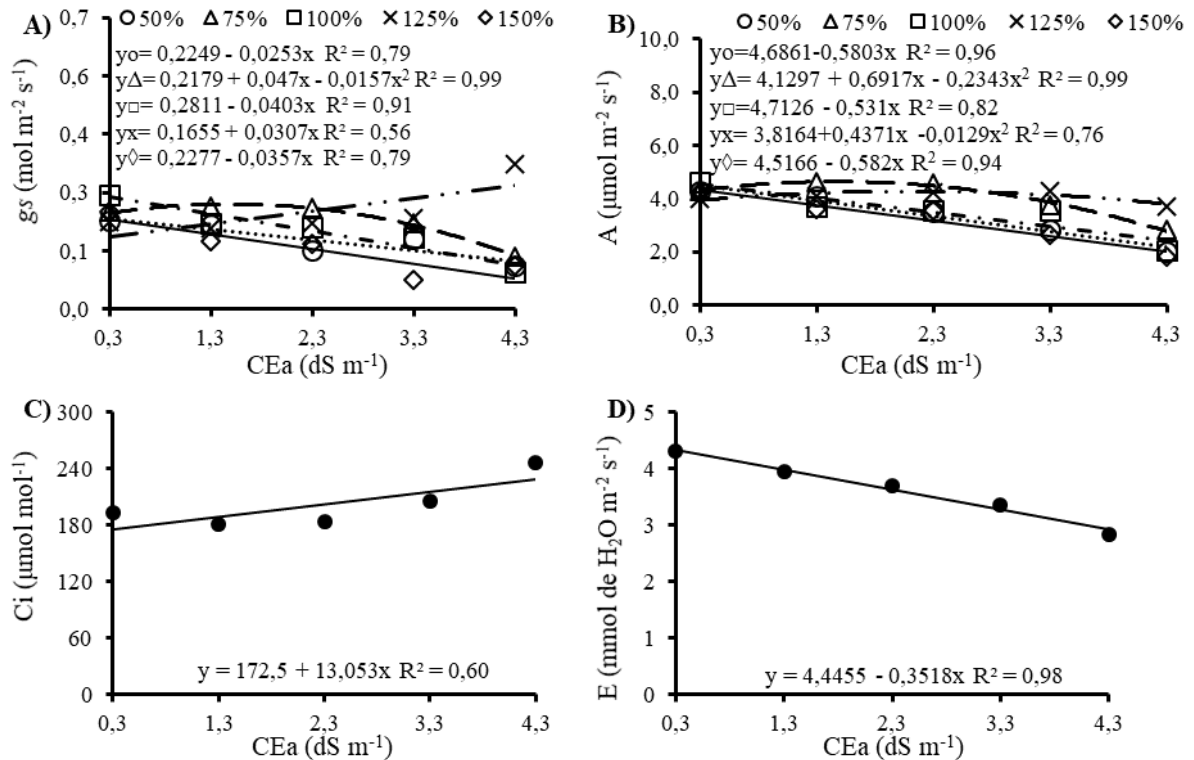
A semeadura foi realizada utilizando-se 5 sementes por lisímetro a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Antes do semeio o solo foi colocado em capacidade de campo, em todas as unidades experimentais utilizando-se água de abastecimento. Após a semeadura, as irrigações foram realizadas diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente o volume correspondente à necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço de água, tomando-se como base o volume de água aplicado e drenado na irrigação anterior, acrescida de uma fração de lixiviação de 10%, visando reduzir o acúmulo excessivo de sais na zona radicular, provenientes da água de irrigação.

Aos 53 dias após a semeadura (DAS) foram avaliados as trocas gasosas do quiabeiro, através da condutância estomática -  $g_s$  (mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiração -  $E$  (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> -  $A$  (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e concentração interna de CO<sub>2</sub> -  $C_i$  (μmol mol<sup>-1</sup>) sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de 1.200 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Tais medidas foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK). Nos casos de significância, fez-se regressões lineares e quadráticas ( $p < 0,05$ ) para as doses de potássio e as salinidades da água de irrigação utilizando-se o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na condutância estomática das plantas de quiabeiro adubadas com as 50, 100 e 150% de K apresentou comportamento linear decrescente em função do aumento da condutividade elétrica da água, verificando reduções de 0,0253, 0,0403 e 0,0357 ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), respectivamente (Figura 1A). Na adubação potássica de 75% de K verificou-se efeito quadrático sobre  $g_s$  onde, o maior valor ( $0,2529 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi observado na CEa de  $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ . No entanto, a adubação com 125% de K não foi constatado influência significativa dos níveis de CEa sobre a  $g_s$ . O potássio está associado a várias funções nas plantas, além de ser essencial no movimento estomático. Tais reduções das doses de K em função da CEa, deve ser associado à participação do potássio na regulação da abertura e do fechamento estomático e no ajuste osmótico da planta, diminuindo assim a perda excessiva de água pela planta, principalmente em condições de baixa disponibilidade de água no solo ocasionado pelo excesso de sais na solução do solo (Taiz & Zeiger 2017).

A adubação potássica nas doses de 75 e 125% de  $\text{K}_2\text{O}$  promoveram efeito quadrático sobre a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  das plantas de quiabo onde, verificando-se declínio a partir dos níveis de condutividade elétrica de  $1,5$  e  $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente (Figura 1B). Observa-se ainda conforme, as equações de regressão, que a utilização das doses de 50, 100 e 150% da adubação potássica ocasionaram reduções com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, onde as plantas que receberam a maior CEa ( $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) reduziram 0,58, 0,53 e 0,58 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) com a utilização das doses de 50, 100 e 150% de K quando comparadas com as plantas que receberam a menor salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). Neste sentido, Zorb et al., (2014) relatam algumas funções exercida pelo potássio de modo que esse nutriente está ligado a processos fisiológicos como o controle da turgescência celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração, relações hídricas, fotossíntese, regulação da abertura e fechamento de estomas, transporte de carboidratos e transpiração, contribuindo para um melhor desenvolvimento.



**Figura 1.** Condutância estomática -  $g_s$  (A) e Taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  - (B) do quiabeiro Santa Cruz em função da interação entre os fatores níveis de salinidade da água e doses de potássio; concentração interna de  $\text{CO}_2$  -  $C_i$  (C) e transpiração -  $E$  (D) do quiabeiro em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

De acordo com a equação de regressão (Figura 1C), observa-se efeito linear decrescente dos níveis da condutividade elétrica da água sobre a transpiração, com redução de  $0,3518$  ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) por aumento unitário da CEA. Ou seja, as plantas de quiabo que receberam o maior nível salino ( $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) reduziram de  $32,42\%$  ( $2,93 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em relação às irrigadas com CEA de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  ( $4,33 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Observou-se com o incremento da salinidade da água de irrigação aumento da concentração interna de  $\text{CO}_2$  das plantas de quiabeiro, com acréscimo de  $21,45\%$  nas plantas tratadas com o nível máximo de salinidade da água ( $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) comparado ao valor mínimo ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), correspondendo a uma diminuição de  $53 \mu\text{mol mol}^{-1}$  (Figura 1C).

## CONCLUSÕES

As trocas gasosas foram comprometidas pelo incremento da condutividade elétrica da água de irrigação a partir do nível de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

A adubação com potássio reduz os efeitos deletérios do estresse salino sobre a condutância estomática e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das plantas de quiabo.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ferreira, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência Agrotecnologia*, v. 38, p.109-112, 2014.

Ferreira, L. E. et al. Salinidade e seu efeito sobre a produção de grãos do quiabeiro Santa Cruz 47. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 4, p. 108-113, 2012.

Gurgel, M.T., Gheyi, H.R., Oliveira, F.H.T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio, *Revista Ciência Agronômica* v.41, p.18- 28, 2010.

Lima, G.S., Dias, A.S., Souza, L.P., Sá, F.V.S., Gheyi, H.R., Soares, L.A.A. Effects of saline water and potassium fertilization on photosynthetic pigments. growth and production of West Indian Cherry. *Revista Ambiente & Água* v.13, p.e2164, 2018.

Lima, G.S., Nobre, R.G., Ghriy, R.J., Soares, L.A.A., Silva, A.O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Engenharia Agrícola*, v. 34, p.854-866, 2014

Lima, M.A., Bezerra, M.A., Gomes Filho, E., Pinto, C.M., Enéas Filho, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. *Revista Ciência Agronômica* v.4, p.654-663,2010.

Medeiros, J.F., Lisboa, R.A., Oliveira, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 77, p.469-472, 2003.

Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed.). *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.

Prazeres, S.S., Lacerda, C.F., Barbosa, F.E.L., Amorim, A.V., Araújo, I.C.S., Cavalcante, L.F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. *Revista Agro@ambiente*, v. 8, p.111-118, 2015.

Rhoades, J.D., Kandiah, A.M., Marshali, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 117 p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 48), 2000.

Taiz, L. Zeiger, E. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858p.

Zorb, C., Senbayram, M., Peiter, E. Potassium in Agriculture-Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, v. 171, p. 656-669, 2014.