

ÍNDICES FISIOLÓGICOS DO QUIABEIRO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA SOB ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

Jonnathan Richeds da Silva Sales¹, Clarissa Lima Magalhães², Ana Gabriela Sousa Freitas³,
Geovana Ferreira Goes⁴, Henderson Castelo Souza⁵, Geocleber Gomes de Sousa⁶

RESUMO: Objetivou-se com presente trabalho, avaliar os índices fisiológicos da cultura do quiabo cultivado sob adubação organomineral e irrigado com água salina. O experimento foi conduzido na Horta Didática Professor Luiz Antônio da Silva, pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), fazendo uso do esquema fatorial 6 x 2, com 6 repetições, em que, o fator um corresponde às diferentes formas de adubação: T1 = adubação mineral com NPK (100% da dose recomendada); T2 = adubação com biofertilizante bovino (100%); T3 = adubação com cinza vegetal (100%); T4 = adubo mineral (50%) + biofertilizante bovino (50%); T5 = adubo mineral (50%) + cinza vegetal (50%); T6 = controle e o fator 2 compreende duas condutividades elétricas da água de irrigação (0,5 e 5,0 dS m⁻¹). As variáveis: fotossíntese (A), transpiração (E) aos 30 e 60 DAT, decresceram com a salinidade da água de 5,0 dS m⁻¹. As fertilizações, mineral 50% + bovino 50% e mineral 50% + cinza vegetal 50%, proporcionaram maiores taxas de E no quiabeiro. Não houve efeito significativo dos tratamentos para a variável Tf.

PALAVRAS-CHAVE: *Abelmoschus esculentus*, estresse salino, nutrição vegetal

PHYSIOLOGICAL INDICES OF OKRA IRRIGATED WITH SALINE WATER UNDER ORGANOMINERAL FERTILIZATION

¹ Graduando em Agronomia, IDR/UNILAB, José Franco de Oliveira, s/n, CEP: 62790-000, Redenção – CE. Fone: (85) 989490931. E-mail: jonnathanagro@gmail.com

² Graduanda em Agronomia, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: clarissamagalhaes.19@gmail.com

³ Graduanda em Agronomia, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: Gabi@aluno.unilab.edu.br

⁴ Graduanda em Agronomia, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: ggoes64@gmail.com

⁵ Graduando em Agronomia, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: castelohenderson@gmail.com

⁶ Prof. Doutor, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: sousagg@unilab.edu.br

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the physiological indices of okra culture cultivated under organomineral fertilization and irrigated with saline water. The experiment was conducted at the Professor Luiz Antônio da Silva Vegetable Garden, belonging to the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB). The experimental design was completely randomized (IHD), using the 6 x 2 factorial scheme with 6 replications, where factor one corresponds to the different forms of fertilization: T1 = mineral fertilization with NPK (100% of the recommended dose); T2 = fertilization with bovine biofertilizer (100%); T3 = fertilization with vegetable ash (100%); T4 = mineral fertilizer (50%) + bovine biofertilizer (50%); T5 = mineral fertilizer (50%) + vegetable ash (50%); T6 = control and factor 2 comprises two electrical conductivities of irrigation water (0.5 and 5.0 dS m⁻¹). The variables: photosynthesis (A), transpiration (E) at 30 and 60 DAT, decreased with water salinity of 5.0 dS m⁻¹. Fertilizers, mineral 50% + cattle 50% and mineral 50% + vegetable ash 50%, provided higher rates of E in okra. There was no significant effect of treatments for the variable Tf.

KEYWORDS: *Abelmoschus esculentus*, saline stress, vegetable nutrition

INTRODUÇÃO

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma planta de origem africana pertencente à família Malvaceae, apontado como um vegetal dos quais se torna possível utilizar quase toda sua plenitude, sendo utilizado principalmente na alimentação humana e ultimamente despertou interesse industrial, na produção de fibras, sendo cultivada em regiões tropicais e subtropicais devido a sua rusticidade e o seu inferior custo de produção, tornando uma cultura adequada para agricultura familiar (Marin et al., 2017; Torres et al., 2014; Sales et al., 2019).

De acordo com dados do Censo Agropecuário, o Brasil produziu no ano de 2017, cerca de 128.460 toneladas de quiabo, sendo a região Nordeste, a segunda maior produtora com 32.337 toneladas, correspondente à 25,1% da produção nacional (IBGE, 2018).

Em muitos cenários de clima quente e seco, como é caso do semiárido do Nordeste brasileiro, o qual apresenta déficits hídricos em certos períodos do ano, se torna essencial a prática da irrigação para assegurar a produção, entretanto existem limitações, como a disponibilidade de água de baixa qualidade (Ribeiro et al., 2016). Segundo Maas (1984) o quiabeiro é classificado como uma planta sensível à salinidade, sendo a salinidade limiar inferior a 1,3 dS m⁻¹ no extrato de saturação.

O acúmulo de íons, especialmente Na^+ e/ou Cl^- nos cloroplastos ocasiona diversos distúrbios nos processos biomoleculares da planta, resultando em efeitos osmóticos, limitando o transporte de água, restrição à abertura estomática e os processos fotoquímicos envolvidos (Silveira et al., 2016). Múltiplas são as alternativas que podem ser utilizadas para minimizar os efeitos da salinidade sobre os vegetais, dentre as estratégias está o uso de biofertilizante líquido na forma de fermentados microbianos (Nobre et al. 2010), que recentemente vem sendo utilizado na combinação com o fertilizante mineral.

Mesmo diante da importância, estudos que envolvem a utilização da adubação organomineral em interação com a utilização de águas salinas ainda são escassos no meio científico. Em virtude de tal fato, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar os índices fisiológicos da cultura do quiabo cultivado sob adubação organomineral e irrigado com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de setembro a dezembro de 2018, conduzido na Horta Didática Professor Luiz Antônio da Silva, pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus da Liberdade, localizada na cidade de Redenção, no Maciço de Baturité – CE.

O substrato utilizado foi obtido a partir da mistura de arisco, areia e esterco bovino na proporção de 4:2:1, respectivamente. Para avaliação das condições do substrato, uma amostra foi coletada antes da aplicação dos tratamentos e encaminhada ao Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo/UFC, cujos resultados da análise química podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do substrato utilizado no cultivo do quiabeiro antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas											
MO	N	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Na^+	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	Al	SB	(P)	(CTC	V)
-- g kg ⁻¹ --		----- cmol _c kg ⁻¹ -----						(mg kg ⁻¹)		(%)	
9,15	0,54	2,0	3,31	2,0	1,31	0,83	0,0	9,43	59	6,7	91

MO – Matéria Orgânica; SB – Soma de Bases ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$); CTC – Capacidade de Troca de Cátions – [$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$]; V – Saturação por bases – $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ / \text{CTC}) \times 100$.

As sementes de quiabo cultivar Santa Cruz 47, foram semeadas em sementeiras e aos 15 dias após o estabelecimento das plântulas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade para 25 litros de substrato, em condições de pleno sol.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), fazendo uso do esquema fatorial 6 x 2, com 6 repetições, onde o fator um corresponde às diferentes formas de adubação: T1 = adubação mineral com NPK (100% da dose recomendada); T2 = adubação com biofertilizante bovino (100%); T3 = adubação com cinza vegetal (100%); T4 = adubo mineral (50%) + biofertilizante bovino (50%); T5 = adubo mineral (50%) + cinza vegetal (50%); T6 = controle (sem adubação); e o fator 2 compreende duas condutividades elétricas da água de irrigação (0,5 e 5,0 dS m⁻¹).

A irrigação foi iniciada aos vinte e dois DAS, com uma frequência diária, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem, mantendo-se o solo na capacidade de campo. A água salina utilizada nas irrigações foi obtida, conforme a metodologia sugerida por Rhoades et al. (2000), onde a quantidade dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, utilizadas para preparo das águas de irrigação vai ser determinada de forma a se obter a CEa desejada na proporção 7:2:1.

Adotou-se a recomendação da adubação mineral para a cultura do quiabeiro conforme Trani (2013), que compreende 80 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Já para o biofertilizante bovino e a cinza vegetal, foi determinado de acordo com a dose recomendada, calculando a quantidade de nutrientes presentes no substrato, por meio da multiplicação da densidade do solo, pelo volume de substrato colocado em cada vaso e multiplicando-se em seguida o valor encontrado pelas quantidades de N, P e K presentes na análise do substrato.

Na confecção do biofertilizante foi utilizado esterco fresco de origem bovina, na qual, foi preparado por meio da fermentação aeróbia com adição de água não salina (0,5 dS m⁻¹) na proporção de 50% (volume ingredientes/volume água), por um período de 30 dias, em caixa d'água de 200 litros. O biofertilizante constituído foi utilizado quando a sua composição apresentou maior fertilidade de NPK. A cinza vegetal utilizada foi proveniente da queima de um cultivo de cana-de-açúcar.

Os teores de elementos minerais (Tabela 2), na composição química do biofertilizante bovino e da cinza vegetal, foram analisados conforme metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997).

Tabela 2. Composição de macro e micronutrientes do biofertilizante bovino e da cinza vegetal

Adubos orgânicos	(N	P	K	Ca	Mg)	(Fe	Cu	Zn	Mn)
Biofertilizante	0,82	1,40	1,0	2,5	0,75	141,60	1,92	68,2	14,72
Cinza vegetal	0,40	1,13	54,4	28,7	13,9	7819,1	10,5	37,8	240,8

Aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT), foram analisados os índices fisiológicos da cultura do quiabo, sendo eles: fotossíntese (A), transpiração (E) e a temperatura foliar (Tf). Utilizando-se um analisador de gás no infravermelho IRGA (LI 6400 XT da LICOR), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹.

Os resultados referentes às formas de adubação e água de irrigação, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativos pelo teste F, os mesmos foram submetidos ao teste de médias de Tukey, fazendo uso do programa computacional ASSISTAT. 7.7 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se a partir da análise de variância que houve interação significativa entre as fertilizações e salinidade para a transpiração (E). A salinidade da água de irrigação influenciou a variável fotossíntese (A). Não houve significância dos tratamentos para a variável temperatura foliar (tf).

Observa-se na figura 1A, que a taxa fotossintética aos 30 DAT, foi reduzida com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, com decréscimo de 21,81% quando irrigado com a água de 5,0 dS m⁻¹ em comparação ao tratamento controle 0,5 dS (m⁻¹). Tendência similar foi verificada aos 60 DAT (figura 1B), em que, a fotossíntese decresceu com o incremento da salinidade da água de irrigação, apresentando variação de 12,85 e 7, 26 (μmol m² s⁻¹), referente aos níveis salinos de 0,5 e 5,0 dS (m⁻¹), respectivamente.

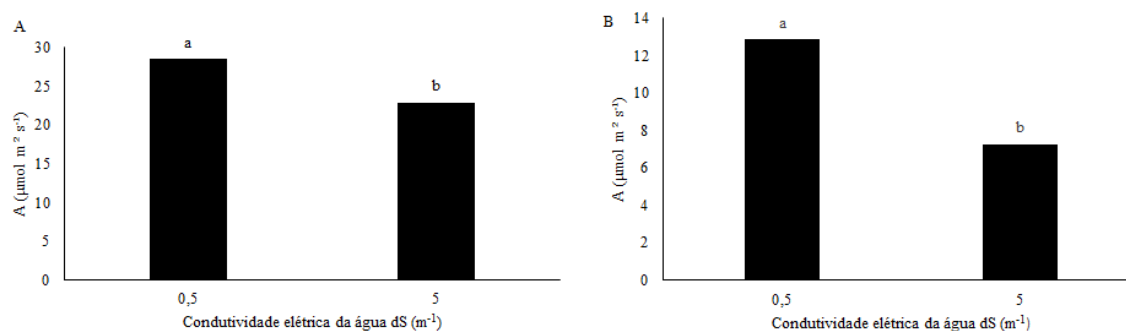


Figura 1. Valores médios de fotossíntese em plantas de quiabo irrigadas com água de baixa e alta salinidade, aos 30 (A) e 60 (B) DAT.

Ressalta-se que as reduções nas taxas fotossintéticas pelo estresse salino podem ser atribuídas a diminuição na expansão celular o que antecede a inibição do processo fotossintético (Neves et al., 2009), provocando fechamento parcial dos estômatos, e consequentemente a redução na disponibilidade de CO₂ às folhas (Gomes et al., 2015).

Resultados similares foram observados por Bezerra et al. (2018) trabalhando com a cultura da goiaba cultivar Paluma, constataram que aos 255 e 300 DAT, houve redução da taxa fotossintética com o aumento dos níveis salinos de irrigação.

A taxa de transpiração do quiabeiro aos 30 DAT foi reduzida com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (tabela 3), seguindo a mesma tendência dos resultados encontrados na taxa fotossintética. Assim como na primeira avaliação, aos 60 DAT foi observado redução da taxa de transpiração quando se utilizou água com alta concentração de sais em comparação ao tratamento controle.

Tabela 1. Valores médios de transpiração em plantas de quiabo cultivado sob adubação organomineral e irrigado com água baixa e alta salinidade.

E (mmolm ² g ⁻¹)	30 DAT		60 DAT	
	0,5 (dS m ⁻¹)	5,0 (dS m ⁻¹)	0,5 (dS m ⁻¹)	5,0 (dS m ⁻¹)
Fertilizantes				
T1 (fertilização mineral 100%)	8,52 abA	5,82 bB	3,88 aA	2,55 bcB
T2 (biofertilizante bovino 100%)	6,43 cA	5,84 bA	3,98 aA	2,03 cB
T3 (cinza vegetal 100%)	7,75 bcA	6,72 abA	3,80 aA	2,39 bcB
T4 (mineral50% + bovino 50%)	10,43 aA	7,39 abB	3,77 aA	4,26 aA
T5 (mineral 50% + cinza 50%)	7,73 bcA	8,42 aA	4,24 aA	3,03 abcB
T6 (controle)	9,18 abA	7,40 abB	3,69 aA	3,95 abA

Obs.: Utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, foi encontrada diferença estatística entre as médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha.

A redução na taxa de transpiração está associada ao fato de que plantas sob estresse salino fecham seus estômatos para não absorver sais nocivos (Na⁺ e Cl⁻) e, por isso, há uma redução na absorção de CO₂ (Prazeres et al., 2015).

Verificou-se aos 30 DAT, uma resposta superior das plantas cultivadas com adubação mineral + biofertilizante bovino (T4), de 10,43 mmol m² g⁻¹ em relação aos demais tratamentos estudados na água de 0,5 dS m⁻¹. Dados semelhantes foram encontrados por Sousa et al. (2018) trabalhando com a cultura da soja, onde evidenciaram que utilização do biofertilizante bovino em baixos níveis de sais promove resultados positivos para taxa de transpiração. Da mesma forma Prazeres et al. (2015), constataram que aplicação mineral gera

um aumento nos valores de transpiração em plantas de feijão apenas quando se utilizou água de baixa salinidade.

Como mencionado anteriormente, houve redução nos valores de transpiração com o aumento das concentrações de sais aos 30 DAT (tabela 3). Observa-se que a adubação com fertilizante mineral (T1) apresentou uma taxa transpiratória inferior ($5,82 \text{ mmolm}^{-2} \text{ g}^{-1}$), contrariando o valor encontrado da adubação mineral + cinza vegetal (T5) de ($8,42 \text{ mmolm}^{-2} \text{ g}^{-1}$), desta forma, evidenciando que a combinação entre esses fertilizantes pode atenuar o efeito prejudicial da salinidade sobre a transpiração.

O aumento da taxa de transpiração do T5 irrigado com água de 5 dS m^{-1} , pode estar relacionado com a alta concentração de K (tabela 2), que essa adubação possui, ou seja, este íon é um componente essencial para o ajustamento osmótico celular em plantas sob estresse salino, além de instigar o estado hídrico devido a sua participação na abertura e fechamento estomático (Silveira et al., 2016).

O teste de comparação de médias para 60 DAT demonstra que na água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ não houve diferença estatística entre os tratamentos (tabela 5). Entretanto, para água de 5 dS m^{-1} apresentou diferenças significativas, sendo o tratamento com biofertilizante bovino (T2) o mais prejudicado ($2,03 \text{ mmolm}^{-2} \text{ g}^{-1}$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Viana et al. (2013), em que, constataram que na presença de biofertilizante a taxa de transpiração diminuiu, possivelmente este fato ocorreu devido ser um fertilizante mais fértil e mais salino ocasionando um desbalanceamento osmótico na relação solo-planta causando diminuição na absorção de água pelas plantas.

CONCLUSÕES

Aos 30 e 60 DAT a fotossíntese e a transpiração, decresceram com a salinidade da água de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. As fertilizações, mineral 50% + bovino 50% e mineral 50% + cinza vegetal 50%, proporcionaram maiores taxas de transpiração do quiabeiro. Não houve efeito significativo dos tratamentos para a variável Tf.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, I. L., NOBRE, R. G., GHEYI, H. R., LIMA, G. S. D., & BARBOSA, J. L. Physiological indices and growth of 'paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 808-816, 2018.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Sistema IBGE de Recuperação**

Automática—SIDRA. Retrieved from <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>. 2017.

GOMES, K. R.; SOUSA, G. G.; LIMA, F. A.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v.20, n.4, p.680-693, 2015.

MAAS, E.V. **Crop tolerance**. California Agriculture, Berkeley, v.38, n.10, p.20-21, 1984.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201 p.

MARIN, M.V, SANTOS, L. S., GAION, L. A., RABELO, H. O., FRANCO, C. A., DINIZ, G. M.& BRAZ, L. T. Selection of resistant rootstocks to *Meloidogyne enterolobii* and *M. incognita* for okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). **Chilean journal of agricultural research**, v. 77, n. 1, p. 58-64, 2017.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D.R.C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, supl., p. 873-881, 2009.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. A. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

PRAZERES, S. S., LACERDA, C. F., BARBOSA, F. E. L., AMORIM, A. V., DA SILVA ARAUJO, I. C., & CAVALCANTE, L. F. (2015). Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. **Origem e classificação dos solos afetados por sais.** In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems - Soluções Digitais, 2016. Cap. 2. p. 9-15.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para a produção agrícola.** Estudos FAO 48, Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

TORRES, S. B., SILVA, F. G. D., GOMES, M. D. D. A., BENEDITO, C. P., PEREIRA, F. E. C. B., & SILVA, E. C. D. (2014). Differentiation of seeds lots of okra by accelerated aging test. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2103-2110, 2014.

SALES, J. R. S.; SOUSA, G. G.; CAVALCANTE, F.; MORAES, J. G. L.; NASCIMENTO. K. L.; VIANA, T. V. A. Production and Quality of Okra Fruits Submitted to Doses and Types of Biofertilizers. **Journal of Agricultural Science**; Vol. 11, No. 4; 2019.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N. **Mecanismo biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas.** In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems - Soluções Digitais, 2016. Cap. 13. p. 181-197.

SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V. S.; SOARES, S. C.; DAMASCENO, I. N.; FIUSA, J. N.; SARAIVA, S. E. L. Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.22 n.9, 2018.

TRANI, P. E. et al. **Calagem e Adubação para a Cultura do Quiabo.** Instituto agrônômico de Campinas, Campinas (SP), março de 2013.

VIANA, T.V. A.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.596-601, 2013.