

ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA EM BERINJELA SOB USO DE ÁGUAS SALINAS E FERTIRRIGAÇÃO COM RAZÕES K^+/Ca^{2+}

A. S. Alves¹, J. M. A. P. Santos², F. A. Oliveira³, J. F. Medeiros⁴, C. J. X. Cordeiro⁵,
A. J. O. Targino²

RESUMO: Objetivou-se estudar os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e da fertirrigação com diferentes relações K^+/Ca^{2+} sobre o índice relativo de clorofila na cultura da berinjela. O estudo foi conduzido sob as condições climáticas de Mossoró, RN. Os tratamentos consistiram de fertirrigações com diferentes relações iônicas K^+/Ca^{2+} (F1 = 1,5:1; F2 = 1,25:1; F3 = 1:1; F4 = 1:1,25; F5 = 1:1,5), em que F3 é a relação recomendada para a cultura, associada à irrigação com água de diferentes salinidades (0,5; 2,0; 3,5; e 5,0 $dS\ m^{-1}$), com delineamento experimental de blocos casualizados, em fatorial 5 x 4, com quatro repetições. O híbrido Ciça foi cultivado em vasos de 20 L contendo solo em um espaçamento de 1,25 m x 0,70 m. O sistema de irrigação foi gotejamento, vazão média de emissores de 2,5 $L\ h^{-1}$. O índice relativo de clorofila foi medido aos 150 dias após o transplante com auxílio de um clorofilômetro. O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu o índice relativo de clorofila em todas as fertirrigações, entretanto a intensidade do efeito do estresse salino variou com a fertirrigação utilizada, a fertirrigação F3 amenizou de forma mais significativa o efeito da salinidade, já a fertirrigação F4 o fez aumentar.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum melongena* L., fertirrigação, salinidade

RELATIVE INDEX OF CHLOROPHYLL IN BERINJELA UNDER SALT WATER AND FERTIRRIGATION WITH K^+/Ca^{2+} RATIO

ABSTRACT: The objective of this study was to study the effects of irrigation with water of different salinities and fertirrigation with different K^+ / Ca^{2+} ratios on the relative index of chlorophyll in the eggplant crop. The study was conducted under the climatic conditions of Mossoró, RN. The treatments consisted of fertirrigations with different ionic ratios K^+ / Ca^{2+}

¹ Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, Doutoranda no PPGMSA/UFERSA. Mossoró – Rio Grande do Norte, CEP 59625-900, Fone: (88) 99782 7729, e-mail: tidaline@gmail.com.

² Engenheiros Agrônomos, Mestrandos no PPGMSA/UFERSA. Mossoró – Rio Grande do Norte

³ Prof. Doutor Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte

⁴ Doutor, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte

⁵ Graduanda em Agronomia, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte

(F1 = 1.5: 1; F2 = 1.25: 1; F3 = 1: 1; F4 = 1: 1.25; F5 = 1: 1.5), where F3 is the recommended ratio for the crop, associated with irrigation with water of different salinities (0.5, 2.0, 3.5, and 5.0 dS m⁻¹), experimental design of randomized blocks, in factorial 5 x 4, with four replications. The Ciça hybrid was grown in 20 L pots containing soil at a spacing of 1.25 m x 0.70 m. The irrigation system was drip irrigation, average emitter flow of 2.5 L h⁻¹. The relative chlorophyll index was measured at 150 days after transplanting using a chlorophyll meter. The increase of the salinity of the irrigation water reduced the relative chlorophyll index in all the fertirrigations, however the intensity of the saline stress effect varied with the fertirrigation used, the F3 fertirrigation more significantly affected the effect of the salinity, already the fertirrigation F4 made it increase.

KEY WORDS: *Solanum melongena* L., fertigation, salinity.

INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma planta perene, porém cultivada como cultura anual, apresenta alto vigor, podendo atingir 150-180 cm de altura. O sistema radicular é vigoroso e profundo, atingindo profundidades superiores a 100 cm, embora a maioria das raízes se concentre mais superficialmente. Esta é uma planta originária de regiões de clima tropical e subtropical, sendo uma das culturas oleráceas mais exigentes em calor, como também em luminosidade. Juntamente com outras hortaliças de grande importância socioeconômica como tomate e pimentão, pertence a família das solanáceas, sendo uma hortaliças de grande importância econômica no setor agrícola brasileiro (ANTONINI et al., 2002; FILGUEIRA, 2003; GONÇALVES et al., 2006).

Trata-se de uma cultura moderadamente sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de 1,5 dS m⁻¹ e decréscimo no rendimento em torno de 4,4% para cada aumento unitário da salinidade. Um dos principais fatores que afetam a produção da berinjela é a qualidade da água utilizada na irrigação, isto se deve ao fato de que o estresse salino provoca diversas alterações morfofisiológicas. (BOSCO et al., 2009; WU et al., 2012; SILVA et al., 2013).

Estudos verificaram o efeito da salinização nos componentes de rendimento da berinjela no município de Lavras - MG, e verificaram que a salinidade na água de irrigação reduz a produção total da cultura e a produção comercial e que a irrigação com água salina na cultura

da berinjela faz com que a evapotranspiração da cultura diminua linearmente com o aumento da concentração de sais na água (MARQUES, 2003; MOURA et al., 2004).

As maiores limitações para o cultivo da berinjela estão relacionadas à baixa disponibilidade de água e de nutrientes no solo, durante seu ciclo, e a resposta desta espécie vegetal a fatores abióticos, tais como: salinidade e estresse hídrico, tem sido pouco estudadas. (DIAS et al., 2006; ELOI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008).

O potássio é um macro nutriente primário e tem papel importante na translocação e armazenamento de assimilados, no equilíbrio iônico nas células, na regulação do potencial osmótico das células vegetais e é responsável por ativar cerca de 50 sistemas enzimáticos e outras enzimas diretamente envolvidas na fotossíntese, diretamente associada aos teores de clorofila na planta, e na respiração. Já o cálcio participa de vários processos fisiológicos e de biossíntese, faz parte dos constituintes da parede celular, regula o movimento da água nas células, entre outros (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZAIGER, 2009)

É pouca a disponibilidade de estudos com a interação da adubação e irrigação com água salina para a berinjela na literatura atual, e considerando a crescente demanda regional por pesquisas que apontem caminhos para utilização de água de menor qualidade na agricultura é que o objetivo da presente pesquisa foi estudar os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e da fertirrigação com diferentes relações K^+/Ca^{2+} sobre índice relativo de clorofila na cultura da berinjela.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de julho de 2016 a janeiro de 2017 no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, localizada em 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima da região, segundo a classificação climática de Koeppen é do tipo BSw^h, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular e com grande variabilidade espacial e temporal, com valores médios anuais de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9%.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições, resultando em 80 unidades experimentais, em que cada unidade experimental consistiu de um vaso de 20 L de capacidade contendo Latossolo Vermelho Amarelo. Os tratamentos foram resultantes de cinco relações iônicas entre potássio e cálcio na fertirrigação (F1: $K^+/Ca^{2+}=1,5:1$; F2: $K^+/Ca^{2+}=1,25:1$; F3: $K^+/Ca^{2+}=1:1$; F4: $K^+/Ca^{2+}=1:1,25$ e

F5: $K^+/Ca^{2+}=1:1,5$), com quatro níveis de salinidade da água de irrigação (S1-0,5; S2-2,0; S3-3,5 e S4-5,0 dS m^{-1}). A relação F3 corresponde a concentração recomendada por Trani et al., (2015).

A menor salinidade da água de irrigação (S1) foi obtida utilizando água proveniente de um poço profundo localizado no campus da UFERSA, cujas análises físicas e químicas determinaram as seguintes características: pH = 8,30; CE = 0,50 dS m^{-1} ; $Ca^{2+} = 3,10$; $Mg^{2+} = 1,10$; $K^+ = 0,30$; $Na^+ = 2,30$; $Cl^- = 1,80$; $HCO_3^- = 3,00$ e $CO_3^{2-} = 0,20$ (mmolc L^{-1}). Para obtenção da água dos demais níveis salinos (S2, S3, e S4) foi adicionado NaCl à água de menor salinidade em quantidades tais que se obtive-se as condutividades estabelecidas ajustando-as com o auxílio de um condutivímetro de bancada.

Durante a fase vegetativa as fertirrigações foram aplicadas uma vez por semana, a partir da fase reprodutiva ela foi parcelada em duas aplicações semanais. No preparo das soluções nutritivas para realizar as fertirrigações utilizou-se os seguintes produtos: $Ca(NO_3)_2$ (nitrato de cálcio), $K(NO_3)$ (nitrato de potássio), fosfato monoamônico (MAP) constituído de 10% a 12% de N e 50% a 52% de P_2O_5 , KCl (cloreto de potássio), sulfato de magnésio e uréia, além de um composto de micronutrientes.

As mudas de berinjela do híbrido Ciça utilizadas na pesquisa foram produzidas em casa de vegetação, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células em substrato comercial próprio para hortaliças (fibra de coco). As bandejas foram mantidas em sistema floating, composto de uma micro piscina abastecida com lâmina constante de um centímetro de solução nutritiva até a data do transplântio, quando as mudas estavam com três a quatro folhas definitivas, em vasos com capacidade de 20 L com brita e uma manta geotêxtil ao fundo para auxiliar na drenagem. O espaçamento adotado foi de 1,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Com bordadura de um vaso no início e um vaso no final de cada.

Foi estabelecido um sistema de irrigação independente composto de Para cada água de irrigação adotou-se um sistema de irrigação independente, composto de um conjunto moto bomba, reservatório (com capacidade de 500 litros), mangueiras de 16 mm e micro tubos (tipo espaguete), com a finalidade de maximizar a eficácia de aplicação de cada tipo de água de irrigação. Os tratos culturais consistiram na retirada dos “brotos ladrões”, tutoramento para promover a condução das plantas e aplicações preventivas com inseticidas.

. O índice relativo de clorofila foi medido aos 150 dias após o transplântio, ao final da quinta colheita, com o auxílio de um medidor portátil de clorofila (clorofilômetro). Os dados foram submetidos a análises de variância e as variáveis que apresentaram resposta significativa foram analisadas através de análise de regressão em função da salinidade, os

quais foram ajustados aos modelos polinomiais de primeiro e segundo grau. As médias referentes ao efeito das fertirrigações foram analisadas através de teste para comparação de médias, com base no teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento da salinidade afetou de forma significativa o índice relativo de clorofila, de forma que este apresentou comportamento decrescente com o incremento dos níveis de condutividade elétrica até $3,5 \text{ ds m}^{-1}$, na condutividade de 5 ds m^{-1} houve um leve incremento do índice relativo de clorofila, exceto para a relação F4, cujo comportamento foi sempre decrescente.

Os melhores resultados de índice relativo de clorofila foram observados na menor salinidade ($0,5 \text{ ds m}$), resultado semelhante foi obtido por Lima et al (2015) que verificou que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente o desenvolvimento e a capacidade de produção da cultura da berinjela. O uso de água com salinidade acima de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ afeta negativamente o desenvolvimento da planta e a produção de frutos de berinjela. Para as condições ambientais em que foi desenvolvido o estudo, a berinjela foi classificada como sensível à salinidade; para cada aumento unitário da salinidade há perda de 13,5% na produção de frutos.

Avaliando o efeito das diferentes relações iônicas sobre a variável analisada nota-se que a relação F3 obteve melhores resultados na amenização do decréscimo da variável quando a cultura foi submetida condições salinas mais severas, sendo a relação F3 a recomendada para a fertirrigação da cultura quando submetida a condições salinas. Já a relação F4 obteve o pior resultado dentre as relações iônicas analisadas, não sendo capaz de amenizar os efeitos da salinidade sobre a variável, e demonstrando um comportamento decrescente com o aumento da salinidade e ainda agravando o seu efeito.

Esse comportamento do índice relativo de clorofila pode ser associado à grande sensibilidade das folhas desta cultura aos níveis crescentes de salinidade, reduzindo-as em tamanho e número. Além de reduzir a emissão de novas folhas, a redução na área foliar se dá em decorrência da aceleração da senescência das folhas, que pode ocasionar a morte delas (MAHMOUD & MOHAMED, 2008).

De acordo com a literatura, a berinjela é classificada como moderadamente sensível à salinidade, apresentando redução no rendimento com salinidade a partir de 1,5 dS m⁻¹ e perda relativa de 4,4% para cada aumento unitário de condutividade elétrica (Unlukara et al., 2010).

Silva et al. (2013) verificaram que a redução na produção da cultura da berinjela em estufa foi, em média, de 8,65% por incremento de 1 dS m⁻¹ na salinidade do solo acima, portanto, da salinidade limiar, que foi de 1,71 dS m⁻¹. Alguns autores atribuem a redução no crescimento das plantas em condições salinas ao fechamento dos estômatos foliares, com o objetivo de reduzir a perda de água por transpiração, acarretando numa menor taxa fotossintética.

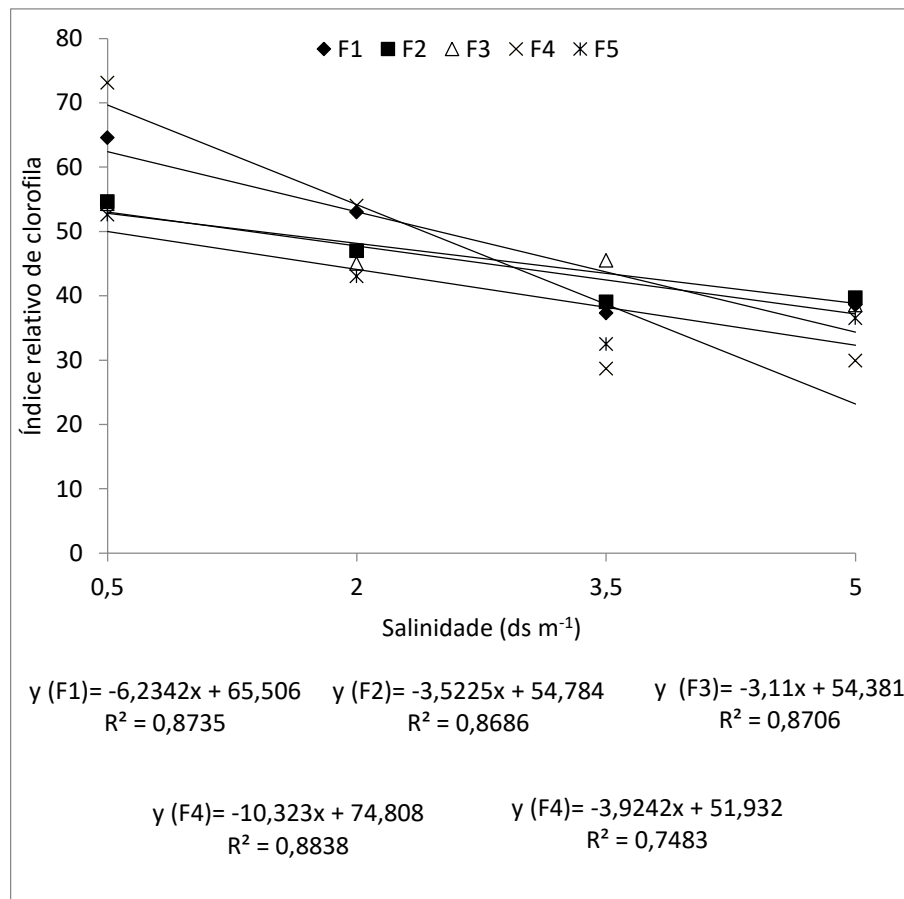


Figura 1. Índice relativo de clorofila x concentração salina

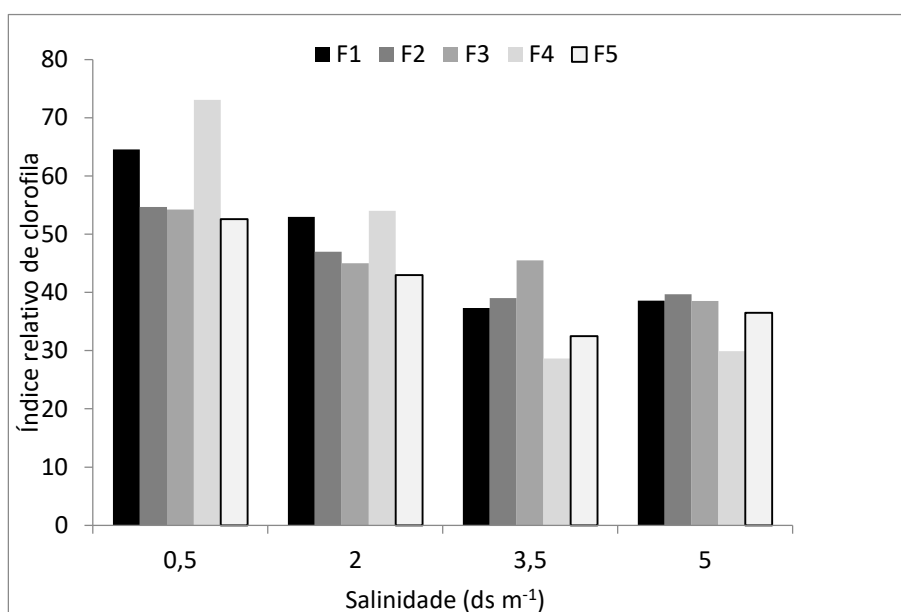


Figura 2. Índice relativo de clorofila x relações iônicas K/Ca

CONCLUSÕES

O incremento da salinidade afetou significativamente índice relativo de clorofila.

A relação F3 amenizou de forma mais significativa os efeitos da salinidade sobre o índice relativo de clorofila, enquanto a relação F4 o agravou.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONINI, A. C. C. et al. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 04, p. 646-648, 2002.

Bosco, M. R. O.; Oliveira, A. B.; Hernandez, F. F. F.; Lacerda, C. F. de. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, p.157-164, 2009.

DIAS, N. S. et al. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. I: efeitos sobre o crescimento do meloeiro. *Irriga*, v. 11, n. 02, p. 208-218, 2006.

ELOI, W. M. et al. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 02, n. 01, p. 83-89, 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Científica Symposium, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

Filgueira, F.A.R. 2003. Solanáceas: agroecologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, berinjela e jiló. Lavras, Ed. UFLA, 333p.

GONÇALVES, M. C. R.; DINIZ, M. F. F. M.; DANTAS, A. H. G.; BORBA, J. R. C. Modesto efeito hipolipemiante do extrato seco de berinjela (*Solanum melongena* L.) em mulheres dislipidemias, sob controle nutricional. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 16, suplemento, p. 656-663, 2006.

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. S.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. Agroambiente on line, v. 9, n. 1, p. 27-34. 2015.

MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, v. 4, p. 520-528, 2008.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ed. Agr. Ceres. 2006. 631 p.

MARQUES, D. C. Produção de berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com diferentes lâminas e concentrações de sais na água. 2003. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MOURA, D. C. M.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A.A. Evapotranspiração da cultura da berinjela irrigada com diferentes concentrações de sais na água. Engenharia Agrícola, v. 15, p. 1-6, 2004.

OLIVEIRA, A. B. de; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JUNIOR, R. N. de. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 01, p. 39-44, 2008.

Silva, E. M.; Lima, C. J. G. S.; Duarte, S. N.; Barbosa, F. S.; Maschio, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. Revista Ciência Agronômica, v.44, p.150-158, 2013.

TAIZ L & ZEIGER E (2004) Fisiologia vegetal. 3 ed. Porto Alegre, Artmed. 719p.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W.; CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2011.51p. Série Tecnologia APTA.Boletim Técnico IAC, 196.

Unlukara, A.; Kurunç, A.; Kesmez, G. D.; Yurtseven, E.; Suarez, D. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage, v.59, p.203-214, 2010.

Wu, X. X; Ding, H. D.; Zhu, Z. W.; Yang, S. J.; Zha, D. S. Effects of 24-epibrassinolide on photosynthesis of eggplant (*Solanum melongena* L.) seedlings under salt stress. African Journal of Biotechnology, v.11, p.8665-8671, 2012.

REFERÊNCIAS

