



ARTIGO CIENTÍFICO

Metabolismo bioquímico de plântulas de mamoeiros sob estresse salino

Biochemical metabolism of papaya seedlings under saline stress

Eugênio Gonçalves da Silva Júnior¹, Anselmo Ferreira da Silva², Jucelino de Sousa Lim³, Josemir Moura Maia^{4,*}, Dhayane dos Santos Souza⁵, José Paulo Costa Diniz⁶

Resumo: Objetivou-se com presente trabalho, avaliar o metabolismo bioquímico de plântulas de mamoeiro submetidas a diferentes níveis de salinidade, e cultivadas em três tipos de substratos, a fim de determinar qual substrato promoveu um melhor ajustamento osmótico ao estresse salino. Para produção das mudas da cultivar Havai foram utilizados tubetes com capacidade 300 cm³. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3x4. Os tratamentos foram compostos por três tipos de substratos: S₁= vermiculita+húmus de minhoca (1/1); S₂= vermiculita+húmus+esterco caprino (1/1/1); S₃= vermiculita+esterco (1/1) e quatro níveis de condutividade elétrica na água de irrigação: C₁= 0,0; C₂= 2,5; C₃= 5,0 e C₄= 7,5 dS m⁻¹ com cinco repetições. A solução salina para a irrigação foi obtida com a adição NaCl e monitorada com auxílio de um condutivímetro. Após a emergência das plântulas iniciou-se os tratamentos salinos até o 15º dia após a emergência. Analisou-se o conteúdo de açúcares solúveis totais, aminoácidos livres totais e teor de prolina em parte aérea e raiz. Com base na análise dos dados, observou-se que plântulas de mamoeiro cultivadas em substrato S₁ incrementaram os teores de açúcares solúveis totais e aminoácidos solúveis totais em raiz e parte aérea, proporcional ao aumento dos níveis de salinidade. Concluindo, portanto, que o substrato vermiculita+húmus de minhoca (1/1) promoveu um possível ajustamento osmótico às plântulas em condições de estresse salino, através do aumento de compostos nitrogenados.

Palavras-chave: *Carica papaya* L.; proteção osmótica; compostos orgânicos; salinidade.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the biochemical metabolism of papaya seedlings submitted to different levels of salinity and cultivated in three types of substrates in order to determine which substrate promoted a better osmotic adjustment to saline stress. For the production of the seedlings of the cultivar Hawaii were used tubes with capacity 300 cm³. The completely randomized design was used in the 3x4 factorial scheme. The treatments were composed of three types of substrates: S₁ = vermiculite+earthworm humus (1/1); S₂ = vermiculite+humus+goat manure (1/1/1); S₃ = vermiculite+manure (1/1) and four levels of electrical conductivity in irrigation water: C₁ = C₁= 0.0; C₂= 2.5; C₃= 5.0 e C₄= 7.5 dS m⁻¹ with five replicates. The saline solution for irrigation was obtained with NaCl addition and monitored with the aid of a conductivity meter. After the emergence of the seedlings the saline treatments were started until the 15th day after the emergency. The content of total soluble sugars, total free amino acids and proline content in shoot and root were analyzed. Based on the data analysis, it was observed that papaya seedlings grown on S1 substrate increased total soluble sugars and total soluble amino acids in root and shoot, proportional to the increase in salinity levels. In conclusion, the substrate vermiculite+earthworm humus (1/1) promoted a possible osmotic adjustment to the seedlings under conditions of salt stress, through the increase of nitrogen compounds.

Key words: *Carica papaya* L.; organic compounds; osmotic protection; salinity.

* Autor para correspondência

Recebido para publicação em 02/10/2018; aprovado em 22/11/2018

¹Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, eugeniojuniorpeb@gmail.com;

²Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, anselmoferreiras@hotmail.com;

³Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, sousajucelino12@gmail.com;

⁴Doutor em Bioquímica Vegetal, Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha, Paraíba, jmouram@gmail.com

⁵Licencianda em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha, Paraíba, dhayane_uzl@hotmail.com;

⁶Licenciando em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha, Paraíba, josepaulorc06@gmail.com.



INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é um dos frutos mais cultivados e consumidos em regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido ao seu aroma e sabor agradáveis, além de alto valor nutricional (rico em cálcio, magnésio, potássio, vitaminas C e E) (VIANA et al., 2015). O Brasil se destaca como o segundo maior produtor e exportador dessa fruta, chegando a 1.057.101 toneladas com uma produtividade média de 48,33 t/ha (EMBRAPA, 2017), correspondendo a 10,8% da produção mundial (FAOSTAT, 2018). No Brasil as regiões Sudeste e Nordeste destacam-se na produção desse fruto, produzindo juntas 95,9% da produção nacional. Destaca-se também o estado da Paraíba, como o sétimo maior produtor, a cultura do mamão tem alcançado produtividade em torno de 30.810 t em uma área total de 772 ha (EMBRAPA, 2017).

Vários fatores limitam a produção dessa cultura no semiárido paraibano, dentre eles, destacam-se os efeitos negativos causado pela escassez de água e a má qualidade da água existente (CAVALCANTE et al., 2010). Em regiões semiáridas, geralmente encontra-se água de má qualidade e solos degradados devido à baixa pluviosidade e alta insolação, que proporcionam excesso de sais na água de irrigação e podem afetar drasticamente o desenvolvimento inicial das culturas (SILVA JÚNIOR et al., 2017).

Nas plantas, a salinidade apresenta natureza osmótica e iônica, e pode afetar diretamente o rendimento das culturas pela redução da disponibilidade de água no solo. Neste sentido, de acordo com Alves et al. (2011), o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas.

Produtores de frutas buscam intensificar a produção, com alternativas que diminuam seus custos, uma delas é o uso de substratos compostos por adubos orgânicos, na fase de desenvolvimento inicial (GOES et al., 2011; TRANI et al., 2013). Em muitas regiões, produtos orgânicos para o cultivo agrícola, como o esterco bovino e o húmus de minhoca, se tornam de fácil aquisição, muitas vezes disponíveis na propriedade do produtor (SILVA JÚNIOR et al., 2017). A adubação orgânica possibilita a liberação lenta de nutrientes, com maior permanência no solo, e apresenta outras vantagens como melhoria da qualidade e aeração do solo, e da drenagem de água (TRANI et al., 2013). Silva Júnior et al. (2017), sugere que a utilização de substratos orgânicos como o húmus e esterco para a produção de mudas, tem capacidade de mitigar os efeitos negativos causados pelo excesso de sais na água devido ao alto teor de Ca^{+2} e K^{+} , presente principalmente no húmus de minhoca.

Com isso é de grande importância o uso de meios de cultivos que possa diminuir os efeitos negativos causados pela má qualidade das águas, dentre eles, destacam-se o uso de substratos orgânicos que possam ajudar a mitigar os efeitos deletérios causados pela alta condutividade elétrica da água, podendo reduzir os efeitos osmóticos e iônicos através de da síntese de aminoácidos, causando um possível ajustamento osmótico. Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo avaliar o metabolismo bioquímico de plântulas de mamoeiro submetidas a diferentes níveis de salinidade, e cultivados e três tipos de substratos, afim de determinar qual substrato

promove um melhor ajustamento osmótico sob condições de estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro do Laboratório de Tecnologias da Produção Vegetal (LAPROV), localizado no município de Catolé do Rocha (PB) a 6°21' S 37°43' W e 272m acima do nível do mar entre os meses de Abril a Maio de 2017.

Para produção das plântulas de mamoeiro Havaí foram utilizados tubetes com capacidade 300 cm³, preenchidos com três tipos de substrato. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados (DIC) no esquema fatorial 3x4. Os tratamentos foram compostos por três tipos de substratos, sendo estes: S₁= vermiculita (substrato inerte) + húmus de minhoca (1/1), S₂= vermiculita + húmus + esterco caprino (1/1/1) S₃= vermiculita + esterco (1/1) e quatro níveis de condutividade elétrica na água de irrigação: C₁= 0,0 (controle); C₂= 2,50; C₃= 5,0 e C₄= 7,5 dS m⁻¹ e cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais.

A irrigação foi realizada utilizando-se solução aquosa com diferentes concentrações salinas, obtidas pela adição de NaCl à água de irrigação, e monitorada com o auxílio de um condutivímetro portátil. Para estabelecer a quantidade de água disponível nos tubetes, para cada regime hídrico, foi considerado a capacidade de campo (CC) do substrato, definida como o máximo conteúdo de água retido pelo solo após o excesso ter sido drenado. A umidade do substrato foi mantida a 70% da CC para todos os tratamentos, e monitorada pela pesagem aleatória dos tubetes diariamente, repondo a massa de água evaporada até o valor desejado.

Após a emergência das plântulas iniciou-se os tratamentos salinos até o 15º dia após a emergência (DAE), em seguida as plântulas foram coletadas, separando raiz e parte aérea. Analisou-se o conteúdo de açúcares solúveis totais, aminoácidos livres totais e teor de prolina em parte aérea e raiz.

A determinação do conteúdo de açúcares solúveis totais foi realizada segundo protocolo de Dubois et al. (1956). O método de extração foi constituído em transferir 200 mg de folha fresca e raiz para tubos de ensaio de 15 mL com tampa rosqueável. Adicionado 5 mL de etanol a 80% e incubado em banho maria a 100° C por 1 hora. Em seguida, foi coletado o sobrenadante e filtrado. Para a mensuração foi aplicado 0,1mL do extrato em tubo de ensaio e adicionado 0,5 mL de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico. A determinação de AST foi realizada em espectrofotômetro a 490 nm e a concentração (mg g⁻¹ MF) a partir de curva padrão de glicose.

A concentração de aminoácidos livres totais AALT foi determinada segundo o método descrito por Peoples et al. (1989) com algumas modificações. Para o preparo do extrato utilizou-se 200mg de massa fresca de folhas e raízes para 15 mL de água destilada, acondicionadas em tubos de ensaio hermeticamente fechados e aquecidos em banho-maria a 100°C por 1 hora. O sobrenadante foi coletado e filtrado. Aliquotas de 100 µL do extrato foram colocadas em tubos de ensaio acrescidas de 400 µL de água destilada. Em seguida foram adicionados 250 µL de Tampão Citrato a 200 mM (pH = 5,0) e 250 µL de reagente de ninhidrina. Os tubos foram hermeticamente fechados, agitados em vórtex e levados ao banho-maria a 100°C por 15 minutos, interrompendo a reação em seguida com banho de gelo. Por fim, foram adicionados à solução 1,5 mL de Etanol a 50% (v/v). Após nova agitação

em vórtex, os tubos permaneceram por 20 minutos em temperatura ambiente para posterior leitura em espectrofotômetro a 570 nm de absorvância. A concentração de AALT ($\mu\text{mol g}^{-1}$ MF) foi determinada a partir de curva padrão de glutamina.

A concentração de prolina foi determinada segundo metodologia descrita por Bates et al. (1973). Em tubos de ensaio foram colocadas alíquotas de 1mL do extrato e adicionado 1mL do reagente de ninhidrina ácida, e 1mL de ácido acético glacial (98%). Após homogeneização os tubos foram fechados, agitados em vórtex e levados ao banho-maria por 1 hora a 100°C. Logo após, a reação foi interrompida imediatamente com banho de gelo. Em seguida, foram adicionados à solução 2 mL de Tolueno (97%) e os tubos foram agitados em vórtex por 20 segundos. O cromóforo contendo tolueno foi aspirado da fase aquosa e realizado a leitura em espectrofotômetro a 520 nm. A concentração de prolina (mg g^{-1} MF), foi determinada a partir de curva padrão de L-prolina.

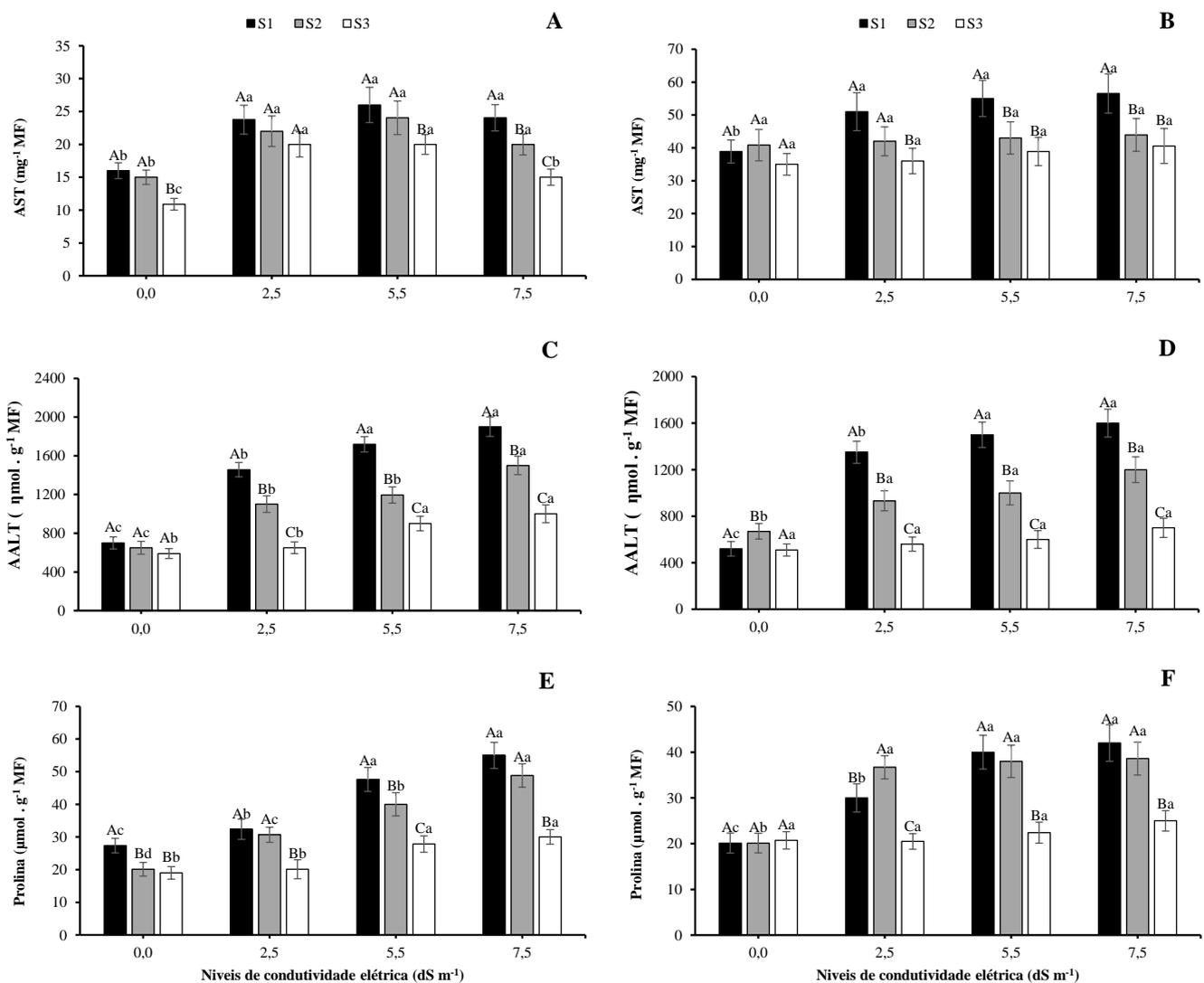
Os dados das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, até 5% de significância e os respectivos modelos de regressão foram ajustados de acordo com o parâmetro de regressão, até 5% de significância. Para os fatores de estresse salino foi aplicado o teste de comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$), utilizando-se do programa Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de mamoeiro submetidas a diferentes concentrações salinas e cultivadas em três tipos de substratos, sofreram influência significativa a 5% de probabilidade em todos os parâmetros bioquímicos analisados.

De acordo com a análise estatística, os conteúdos osmóticos analisados foram influenciados significativamente em função dos níveis salinos aplicados. O teor de AST, AALT e prolina foram incrementados proporcionalmente ao aumento das concentrações salinas, sendo esse incremento acentuado quando as plântulas foram cultivadas em substrato a base de húmus de minhoca (S_1 e S_2) (Figura 1).

Figura 1. Teor de açúcares solúveis totais (AST) em parte aérea (A) raiz (B), aminoácidos livres totais (AALT) em parte aérea (C), raiz (D) e teor de prolina em parte aérea (E) e raiz (F) de plântulas de mamoeiro cultivadas em diferentes substratos e aplicação de níveis de salinidade, analisados aos 15 DAE. Catolé do Rocha, Paraíba.



**Barras com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade: as letras maiúsculas referem-se aos substratos utilizados e as minúsculas às concentrações salinas.

O conteúdo de AST obteve aumento proporcional ao acréscimo dos níveis salinos. Observa-se ainda que os substratos S_1 e S_2 impulsionaram uma maior produção de AST em parte aérea e raiz de plântulas de mamoeiro. A concentração salina $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ no substrato S_1 promoveu os melhores resultados em parte aérea ($26 \text{ mg}^{-1} \text{ MF}$) com um acréscimo de 58,08% em relação tratamento controle ($0,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 1A).

Comportamento semelhante pode ser observado na figura 1B, havendo um incremento gradativo de AST com o acréscimo da concentração salina, obtendo-se valor máximo de $56,52 \text{ mg}^{-1} \text{ MF}$ na condutividade $7,5 \text{ dS m}^{-1}$. Observa-se ainda um acréscimo aproximado de 62% em relação ao tratamento controle, cultivado no substrato S_3 ($35 \text{ mg}^{-1} \text{ MF}$). Este aumento na concentração de AST em parte aérea e raiz, pode estar relacionado à indução de um ajustamento osmótico visando o equilíbrio osmótico celular (LACERDA et al., 2001), mecanismo comum em plantas submetidas a condições de estresse salino como foi observado em pinhão manso por Sousa et al. (2012), feijoeiro caupi por Souza et al. (2011) e milho por Gomes et al. (2011), corroborando com os resultados encontrados no presente estudo. Autores como Silva Júnior (2017) e Brito et al. (2002) comprovaram que a utilização de húmus de minhoca no tratamento de mudas obteve melhor desenvolvimento, pois o substrato proporciona uma série de fatores que melhoram as condições para a o desenvolvimento das plantas, inclusive sob condições de estresse.

Plântulas de mamoeiro quando cultivadas no substrato S_1 aumentaram o nível de aminoácidos livres totais (AALT) em parte aérea e raízes em resposta ao acréscimo dos níveis de condutividade elétrica. O valor máximo de AALT em parte aérea foi observado no tratamento de $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ quando cultivado no substrato S_3 ($1900 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$), chegando essa diferença a 31% quando comparado ao tratamento controle. Houve diferença estatística sobre os demais substratos em todos os níveis de condutividade elétrica, exceto no tratamento $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1C). Os níveis de AALT em raiz aumentaram proporcionalmente ao acréscimo dos níveis salinos, sendo seus valores mais expressivos quando cultivados no substrato S_1 , chegando a $1600 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1} \text{ MF}$, com um incremento de 31% quando comparado ao tratamento controle (Figura 1D).

Esse comportamento pode ser justificado, pelo fato de que um dos papéis dos aminoácidos seria atuar como fonte de nitrogênio e carbono prontamente utilizáveis na tentativa de reverter os efeitos causados pelo estresse salino (HANDA et al., 1983). O acúmulo de aminoácidos em plantas submetidas a diversos estresse já foi relatado por vários autores (MELO, 2012; OLIVEIRA, 2012; SOUSA et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2015), sendo esse composto assim com AST e prolina importante no processo de ajustamento osmótico. Esse aumento nos níveis de aminoácidos pode ter também efeito benéfico durante a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas, propiciando, em algumas espécies, aclimação a vários estresses, incluindo o estresse salino (KRASENSKY; JONAK, 2012). Estudos feitos por Araújo et al. (2013) trabalhando com produção de mudas de melão cantaloupe em diferentes tipos de substratos, obtiveram melhores resultados com substratos contendo húmus de minhoca. Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, já que o húmus promoveu o incremento na concentrações de osmoprotetores que os

demais substratos e comprovando assim que o substrato tem grande potencial, por favorecer melhores condições para as culturas, auxiliando na tentativa de mitigação ao estresse.

O acúmulo de prolina também foi acentuado de maneira significativa com o aumento da condutividade elétrica na água de irrigação em todos os substratos. Os substratos analisados promoveram incremento nos níveis de prolina em parte aérea e raiz de plântulas de mamoeiro sob estresse salino, porém os substratos a base de húmus de minhoca (S_1 e S_2) elevaram a concentração de prolina nos tecidos vegetais.

Os maiores valores observados foram nas plântulas cultivadas em S_1 , na condutividade $7,5 \text{ dS m}^{-1}$, com valor médio de $54,98 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1} \text{ MF}$, incrementando cerca 35 % em relação ao tratamento controle no substrato S_3 ($19 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$) (Figura 1E). Resultados semelhantes foram observados na concentração de prolina nos tecidos radiculares, onde os maiores valores obtidos foram verificados nos tratamentos de maior concentração salina e nos substratos S_1 e S_2 . Verificou-se uma concentração $42 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1} \text{ MF}$ no tratamento de $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ no S_1 , havendo um aumento médio de 48% quando comparado ao tratamento controle (FIGURA 1F). Esse aumento de prolina nas maiores concentrações salinas pode-se dar porque a prolina é um metabólito relacionado ao estresse, auxiliando na osmorregulação e favorecendo o aumento da tolerância de certos níveis de estresses hídrico e salino, o que já foi comprovado em diversas plantas (TURKAN, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2017).

Maia et al. (2007) afirmaram que, em condições semelhantes de estresse, as plantas mais tolerantes sintetizam maior quantidade de prolina quando comparadas com plantas sensíveis, atuando como importante indicador de tolerância. Com a relação aos substratos estudados, o húmus de minhoca é um produto que apresenta qualidade superior ao esterco. Segundo Silva Júnior et al., (2017) e Schiedeck et al. (2006), o húmus de minhoca consegue concentrar e disponibilizar maior carga nutricional, necessária para o bom desenvolvimento dos vegetais, destacando-se ainda uma elevada concentração de Ca^{+2} e K^{+} , ajudando assim a promover um melhor ajustamento osmótico. Sendo esse fator importantíssimo para que as mudas possam produzir os compostos que vão proporcionar o ajustamento ao estresse.

CONCLUSÕES

Em condições de estresse salino, plântulas de mamoeiro aumenta a concentração de carboidratos e osmoprotetores.

O substrato vermiculita+húmus de minhoca (1/1) atenua efeitos deletérios do estresse salino por meio da proteção osmótica causada pela melhoria do metabolismo de carboidratos e de compostos nitrogenados.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p. 602-608, 2011.

ARAÚJO, D. L.; MAIA JÚNIOR, S. O.; SILVA, S. F.; ANDRADE, J. R.; ARAÚJO, D. L. Produção de mudas de melão cantaloupe em diferentes tipos de substratos. Revista Verde, v. 8, n. 3, p. 15 - 20, 2013.

- BRITO, T. D.; RODRIGUES, C. D. S.; MACHADO, C. A. Avaliação do desempenho de substratos para produção de mudas de alface em agricultura orgânica. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, 2002.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista brasileira de fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.
- DUBOIS, M.; GILLES K. A.; HAMILTON J. K.; REBER P. A.; SMITH F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anais Chem*, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA: produção brasileira de mamão 2017. http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/mamao/b1_mamao.
- FAO STAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2018. Disponível em: Acesso em: 12/02/2019.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039- 1042, 2014.
- GOES, G. B.; DANTAS, D.J.; MEDEIROS, W. B.; MELO, I. G. C.; MENDONÇA, V. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. *Revista verde*, v. 6 n. 4, 2011
- GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.4, p.365-370, 2011.
- HANDA, S.; BRESSAN, R. A.; HANDA, A. K.; CARPITA, N. C.; HASEGAWA, . M. Solutes contributing to osmotic adjustment to plant cells adapted to water stress. *Plant Physiology*, v. 73, n. 4, p. 834-843, 1983.
- KRASENSKY, J.; JONAK, C. Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, v. 63, n. 4, p. 1593- 1608, 2012.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 13, p. 270-284, 2001.
- MAIA, P. S. P.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L. Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, supl. 2, p.918-920, 2007.
- MELO, Y. L. Desempenho agrônomico e caracterização de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) quanto a marcadores fenológicos, fisiológicos e bioquímicos em duas 68 microrregiões edafoclimáticas do Rio Grande do Norte. Mossoró, Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Semi Árido- UFERSA. 2012.
- NASCIMENTO, H. H. C.; SANTOS, C. A.; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. *Revista Árvore*, v.39, n.4, p.641-653, 2015.
- OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MELO, P. C. Resposta do pinhão manso à aplicação de níveis de irrigação e doses de adubação potássica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 593-598. 2012.
- PEOPLES, M. B.; FAIZAH, A. W.; REAKASEM, B.; HERRIDGE, D. F. Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field. Canberra: Australian International Center of Agricultural Research, 1989, 76p.
- SCHIEDECK, G.; GONÇASLVES. M. M.; SCHWENGBER, J. E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Pelotas, 2006.
- SILVA JUNIOR, E. G.; SILVA, A. F.; LIMA, J. S.; SILVA, M. F. C.; MAIA, J. M. 2017. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. *Revista agropecuária brasileira*, v. 52, n.12, 2017.
- SOUSA, A. E. C.; SILVEIRA, J. A. G.; GHEYI, H. R.; LIMA NETO, M. C.; LACERDA, C. F.; SOARES, F. A. L. Trocas gasosas e conteúdo de carboidratos e compostos nitrogenados em pinhão manso irrigado com águas residuária e salina. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, v.47, n.10, p.1428-1435, 2012.
- SOUZA, R. P.; MACHADO, E. C.; SILVEIRA, J. A. G.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.46, n.6, p.586-592, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p. 2017.
- TURKAN, I. Plant responses to drought and salinity stress: developments in post-genomic Era. In: TURKAN, I. (Ed) *Advances in botanical research*. London: Elsevier, 2011. p.105-150. v. 57.
- VIANA, E. S.; REIS, R.C; SILVA, S. C. S.; NEVES, T. T.; JSEUS, J. L. Avaliação físico-química e sensorial de frutos de genótipos melhorados de mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 3, p. 297-303, 2015.