

## BIOFERTILIZAÇÃO E ÁGUAS SALINAS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Francisco de Oliveira Mesquita<sup>1</sup>

Emanoel Lima Martins<sup>2</sup>

Salomão de Sousa Medeiros<sup>3</sup>

Ricardo da Cunha Correia Lima<sup>4</sup>

Ana Célia Maia Meireles<sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

O maracujá - amarelo (*Passiflora edulis* Sims. F. *flavicarpa* Deg.), que também é chamado de maracujá-azedo, é uma espécie originária da América Tropical, com mais de 150 espécies nativas do Brasil, intensamente cultivada em países de clima tropical e subtropical, o que corresponde cerca de 98% da produtividade no Brasil (AGRIANUAL, 2016). Para o pequeno produtor, o maracujá é uma cultura que representa grande importância econômica, por apresentar uma fonte de lucro durante o ano e por causa da sua boa adaptabilidade para o mercado de frutas *in natura* (MELETTI et al., 2011; SOUZA et al., 2018).

Quanto aos dados de produção, a nível nacional, o Brasil no ano de 2016 teve uma produção de 703.489 toneladas, com apenas 49.889 hectares de áreas colhidas. A região Nordeste tem a maior contribuição da produtividade do país, responsável por 489.898, tendo a participação de 69,64% na produção total. O estado da Bahia ocupa a primeira posição da produção brasileira do fruto sendo 342.780 toneladas, e o estado do Ceará vem logo após, em segundo lugar, com uma produção de 98.122 toneladas (IBGE, 2017).

Dentre as limitações ao cultivo da cultura a primeira, e tão importante como qualquer outra, é a utilização de material biológico de alta qualidade. Nessa fase fenológica e mesmo considerando que o maracujazeiro durante o primeiro ano, é moderadamente sensível à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999), pode ter o seu crescimento inibido pela salinidade ou sodicidade e por outras limitações como a carência de água em termos de quantidade e de qualidade (MEDEIROS *et al.*, 2016; SOUZA; PERES, 2016; MELO FILHO et al., 2017).

A água salina tem dificultado a atividade agrícola tanto pelos efeitos diretos na planta, quanto pelo seu acúmulo nas camadas superficiais do solo. Os efeitos da salinidade estão relacionados à diminuição do potencial osmótico, reduzindo a disponibilidade de água para os vegetais, ao efeito tóxico de íons específicos, como os íons de NaCl, e ao efeito nutricional (EPSTEIN & BLOOM, 2006; MUNNS & TESTER, 2008). O estresse salino, segundo Silveira et al. (2012), está relacionado com dois tipos de efeitos: o osmótico e o iônico. Os primeiros efeitos causados pelo excesso de sais são de natureza biofísica, se destacando os efeitos osmóticos, restringindo o transporte de água. À medida que os íons salinos se acumulam em excesso no citosol das células surgirão problemas de toxicidade (fase tóxica ou iônica) nas plantas expostas à salinidade.

Nesse contexto, surge a necessidade de adoção de tecnologias de cultivo que atenuem os efeitos deletérios do excesso dos sais na água de irrigação durante toda a fase de crescimento

<sup>1</sup> Pesquisador do INSA. Pós-Dourado pela Universidade Federal do Cariri-UFCA, [mesquitaagro@yahoo.com.br](mailto:mesquitaagro@yahoo.com.br);

<sup>2</sup> Pesquisador/Bolsista - INSA, Instituto Nacional do Semiárido, [emanoel.martins@insa.gov.br](mailto:emanoel.martins@insa.gov.br).

<sup>3</sup> Pesquisador Titular - INSA, Instituto Nacional do Semiárido, [salomao@ufca.edu.br](mailto:salomao@ufca.edu.br).

<sup>4</sup> Tecnologista Sênior e coordenador - INSA, Instituto Nacional do Semiárido, [ricardo.lima@insa.gov.br](mailto:ricardo.lima@insa.gov.br).

<sup>5</sup> Professora orientadora: Professora Adjunta, Universidade Federal do Cariri - UFCA, [ana.meirele@ufca.edu.br](mailto:ana.meirele@ufca.edu.br), (83) 3522.3222

da cultura, principalmente durante a emergência e a formação das mudas. Dentre os materiais tecnológicos empregados, destacam-se o uso de biofertilizantes de esterco bovino (substâncias húmicas) onde sob irrigação com água salina, esses insumos proporcionam maior ajustamento osmótico entre as raízes e a solução do solo, minimizando os efeitos tóxicos dos sais sobre as plantas (AYDIN et al., 2012), aumentando dessa forma a eficiência de absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, estimulando o crescimento das plantas (MATSI et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2017). Estudos apontam que o uso de biofertilizante bovino aplicado durante a formação de mudas de frutíferas podem atenuar os efeitos negativos da irrigação com água salina (NASCIMENTO et al., 2011).

Este trabalho tem como objetivo estudar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento e desenvolvimento inicial de *Passiflora edulis* F. Flavicarpa Deg. em solo tratado com biofertilizante bovino comum e enriquecido, respectivamente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento com maracujazeiro amarelo azedo variedade cultivar BRS SC1 foi realizado no período de outubro de 2017 a março de 2018 em ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias e da biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (CCA-UFCA), no município de Crato, CE, Brasil.

O município está situado a 422 m acima do nível do mar, situado sob as coordenadas geográficas de latitude 7°23'26'' (S) e longitude de 39°36'94'' (W) de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno). O município Crato tem temperatura média na ordem de 25,10 °C. Tem uma pluviosidade média anual de 1086 mm concentrando-se nos meses de janeiro a maio, segundo Köppen; Geiger (LIMA et al., 2017). A estação chuvosa concentra-se no período de março a julho com precipitação pluviométrica média de 1.400 mm anual.

Os tratamentos foram distribuídos no delineamento experimental inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições, referentes aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, no solo sem e com biofertilizante comum, sem e com biofertilizante rico, acondicionados em sacos de polietileno preto com capacidade máxima de 5,0 kg, totalizando 60 tratamentos.

O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, não salino, submetido a análises laboratoriais para determinação dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade e salinidade, conforme Embrapa (2013) e Richards (1954).

O biofertilizante comum foi obtido pela fermentação anaeróbica de partes iguais de água não-salina e não-clorada com esterco bovino fresco de vacas em período de lactação, durante 30 dias (SILVA et al., 2007). O biofertilizante enriquecido foi preparado com as mesmas quantidades de água e esterco fresco do biofertilizante comum, porém, além disso, foram adicionados 2 L de melão, 4 L de leite bovino e 2,0 kg de gesso agrícola, fornecidos semanalmente nas proporções de 1:2:1. O gesso agrícola utilizado continha 26% de CaO, 14,7% de S e umidade de 5% em massa (LEITE et al., 2010). Para a manutenção de cada sistema hermeticamente fechado, foi conectado a extremidade, uma mangueira com diâmetro de 4 mm na base superior do biodigestor e a outra extremidade imersa em um recipiente com água, garrafa PET de 2 L. Antes da aplicação, cada tipo de biofertilizante foi diluído em água na razão de 1:3, aplicados de uma única vez, dois dias antes da semeadura, em volume equivalente a 10% do volume do substrato (4,0 L).

Na semeadura foram colocadas cinco sementes de maracujazeiro-amarelo em cada unidade experimental que apresentavam viabilidade de 88%. Aos 15 dias após a emergência, foi feito o desbaste das plântulas, mantendo-se a mais vigorosa e a irrigação com cada nível

salino foi realizado diariamente em volume estabelecido conforme a necessidade hídrica da cultura, variando de 150 a 350 mL de água até o final do experimento, respeitando as condições da capacidade de campo do solo.

A composição química das águas para irrigação e dos biofertilizantes na forma líquida foi feita adotando-se as metodologias sugeridas por Richards (1954), no laboratório, central analítica, da Universidade Federal do Cariri/Campus Juazeiro do Norte-CE.

Para obtenção do valor da condutividade elétrica de cada tipo de água usada para irrigação constituiu da adição do NaCl na água de poço do CCAB/UFCA. No preparo dos cinco tratamentos de águas de diferentes composições salinas, a água utilizada foi do poço local de baixa salinidade e sem adição de cloro ( $CE = 0,35 \text{ dS m}^{-1}$ ), e em seguida, foi adicionada NaCl no preparo das demais águas para irrigação suplementar:  $CEa = 1,0; 2,0; 3,0 \text{ e } 4,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Para as medições e controle das condutividades elétricas das águas, utilizou-se um condutivímetro digital portátil de modelo Hi98304 do fabricante Hanna.

No final do experimento, aos 70 DAE (dias após a segunda emergência), foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: diâmetro do caule, com auxílio de um paquímetro Universal digital 150 mm, marca MTX. Haja vista, a avaliação do diâmetro caulinar das mudas foi baseada em uma marca indelével feita na base do caule e foi realizado semanalmente até completar 120 dias de estudo.

Para a determinação da área foliar (AF), foi utilizado o método de pesagens de discos foliares proposto por Nascimento *et al.* (2011), utilizando-se um vazador com área conhecida ( $1,0 \text{ cm}^2$ ), onde foram destacados discos do limbo foliar das porções basal, mediana e apical. A área foliar foi estimada através da área conhecida dos discos (ACD) foliares destacados do peso dos discos foliares (PDF) e do peso total das folhas (PFT), tomando em balança analítica. Foi estimada a área foliar total aplicando-se a seguinte fórmula:  $AF = PTF \times ACD / PDF$ .

No final do período experimental, foram avaliados vários órgãos vegetais (folhas, caules e raízes) das mudas de maracujá azedo, porém, nesse trabalho só foram contempladas duas várias respostas, condutividade elétrica do solo e altura de plantas, respectivamente.

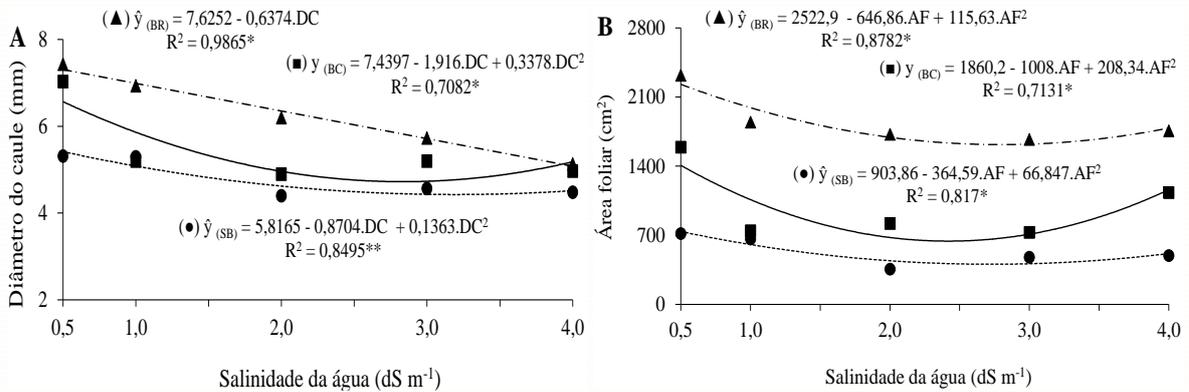
Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativo os níveis de salinidade da água foram submetidos à análise de Regressão Polinomial, enquanto os biofertilizantes e as variedades de jaqueira foram comparados pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para o processamento dos dados foi utilizado a versão do software SISVAR livre 5.6, Build 86 - DEX-UFL Alivre (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o diâmetro do caule e área foliar das mudas de maracujá nos tratamentos sem o insumo orgânico quando comparados àqueles tratamentos com biofertilizantes comum e rico, mas com valores absolutos, porém, com maior resposta biológica nos tratamentos com insumo orgânico enriquecido quimicamente (Figura 1A e 1B). Essa redução é resultante do estresse provocado pelos sais presentes na água de irrigação, esses sais atuam na redução da taxa fotossintética e condutância estomática, e como consequência diminui a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ , comprometendo o crescimento das plantas (FERNÁNDEZ GARCIAL *et al.*, 2014).

Comparativamente em ambas as situações (Figura 1A), as mudas de maracujazeiro amarelo apresentaram declínios no diâmetro radicular de 5,40 para 4,40 mm nos tratamentos sem o insumo; de 6,55 a 5,07 mm com utilização de biofertilizante comum e de 7,30 a 5,10 mm nos substratos tratados com insumo enriquecido. Nesse sentido, esses dados resultam em perdas de 22,72; 29,19 e 43,13% no diâmetro radicular, respectivamente, entre as plantas irrigadas com água de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0  $\text{dS m}^{-1}$  comparados para os irrigados com níveis mais baixos de água salina (0,5  $\text{dS m}^{-1}$ ).

Os resultados referentes a área foliar (AF) das mudas de maracujazeiro azedo tratados no solo sem o insumo orgânico, na presença do biofertilizante comum e enriquecido (Figura 1A e 1B), se ajustaram ao modelo de regressão polinomial linear e quadrático, respectivamente. Sendo estes representados pelos  $R^2$  estimados de 84,95; 70,82 e 98,65 contra 81,70; 71,31 e 87,82% de confiabilidade estatística após 180 DAE.



**Figura 1.** Diâmetro do caule (A) e Área foliar (B) das mudas de maracujazeiro-amarelo avaliados no substrato sem biofertilizante bovino (●), na presença de biofertilizante comum (■) e com biofertilizante rico (▲) em função da salinidade da água de irrigação.

A área de folhas das mudas de maracujá sofreu redução com o aumento da CEa, onde observou-se que à medida que se aumentou as CEa, houve decréscimo unitário de 132,16; 347,79 e 236,70 cm<sup>2</sup>, até a salinidade limiar de 2,72; 2,41 e 2,79 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1B), nas mudas tratadas sem o insumo orgânico, na presença do biofertilizante comum e rico, respectivamente. O excesso de sais de sódio no solo acarreta uma série de prejuízos nas propriedades físicas e químicas do solo, que por consequência, provoca a redução no crescimento e em algumas situações a morte das plantas cultivadas (MESQUITA *et al.*, 2012a).

A salinidade afetou o crescimento das mudas, principalmente na fase inicial de crescimento, como observado em mudas de maracujazeiro-amarelo (MESQUITA *et al.*, 2012b), mamoeiro (LIMA NETO *et al.*, 2016) e Oiticica (DINIZ NETO *et al.*, 2014). Isto se deve ao fato de que o estresse salino limita a taxa fotossintética e a condutância estomática, o que consequentemente diminui a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, comprometendo o crescimento das plantas (MELO FILHO *et al.*, 2017).

## CONCLUSÕES

Os biofertilizantes não inibiram, mas atenuaram positivamente os efeitos degenerativos do excesso de sais presente na água de irrigação às plantas sobre a formação inicial das mudas.

O diâmetro do caule e a área foliar das mudas de maracujazeiro amarelo foram superiores nos substratos que receberam o biofertilizante rico.

A superioridade estatística sobre todas as variáveis estudadas indica ação positiva dos biofertilizantes na redução dos efeitos salinos da água de irrigação às plantas.

**Palavras chave:** *Passiflora edulis* f. Flavicarpa Deg. Inoculante microbiano. Salinização. Sodicidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ/PB), à Coordenação de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), respectivamente pelo financiamento do projeto e concessões de bolsas de estudo.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Fnp Consultoria & Agroinformativo, 2016. 456p.

AYDIN, A; KANT, C; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 7. n. 7, p. 1073-1086, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO – Estudos Irrigação e Drenagem, 29).

DINIZ NETO. Et al. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª. ed. Embrapa Solos, Brasília, Brazil. 353 p. 2013.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta. 403p, 2006.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, N. et al. Intrinsic water use efficiency controls the adaptation to high salinity in a semi-arid adapted plant, henna (*Lawsonia inermis* L.). **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 171, n. 1, p. 64-75, 2014.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, v.35, p.1039-1042, 2011.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. IBGE, 2017.

LEITE, E. M. et al. Redução da sodicidade em um solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 110 -116, 2010.

LIMA NETO, A. J. et al. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 76, n. 1, p. 235-241, 2016.

LIMA, M. T. V. et al. Koppen-Geiger and Thornthwaite climatic classification for the metropolitan region of the Cariri, Ceará. **Revista Geama**, Recife, n.3, v.3, p.136-143. 2017.

- MATSI, T. H.; LITHOURGIDIS, A. S.; BARBAYIANNIS, N. Effect o fliquid cattle manure on soil chemical properties and corn growth in Northern Greece. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.51, p. 435-450, 2015.
- MEDEIROS, S.A.S. et al. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, número especial, p. 83-91, 2011.
- MELO FILHO, J. S. et al. Salinidade hídrica, biofertilizante bovino e cobertura vegetal morta na produção de mudas de pitombeira (*Talisia esculenta*). *Revista scientia agraria*, v. 18, n. 3, p. 131-145, 2017.
- MESQUITA, F. O. et al. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. **Ciencia del suelo**, v. 30, n. 1, p. 31-41, 2012b.
- MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, A. G. D. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n.1, p. 222-239, 2012a.
- MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of Salinity Tolerance**. Annual Review of Plant Biology, 59, 651-681, 2008.
- NASCIMENTO, J. A. M. et al. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.
- OLIVEIRA, F. I. F. et al. Quality of jackfruit seedlings under saline water stress and nitrogen fertilisation. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.4, s.1, p. 2337-2350, 2017.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils**, Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC. 1954.
- SILVA, A. F. et al. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Comunicado Técnico, Petrolina, n. 130, 4p. 2007.
- SILVEIRA, J. A. G. et al. Salt resistance in two cashew species is associated with accumulation of organic and inorganic solutes. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.34, n.5, p.1629-1637, 2012.
- SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. Pesquisa Florestal Brasileira, **Colombo**, v. 36, n. 87, p. 211-218, 2016.