



## **CRESCIMENTO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA IRRIGADAS COM EFLUENTE DA PISCICULTURA SOB DOSES DE NPK**

Francisco Vanies da Silva Sá<sup>1</sup>, Salvador Barros Torres<sup>2</sup>, Paula Cristina de Moraes Rosário<sup>3</sup>, Miguel Ferreira Neto<sup>4</sup>, Tayd Dayvison Custódio Peixoto<sup>5</sup>, Joyce Fernandes de Medeiros<sup>6</sup>

**RESUMO:** A utilização de fontes alternativas de água, como a do efluente da piscicultura, pode aumentar a oferta de água, porém causa riscos devido à sua alta salinidade. Assim, novas estratégias de manejo precisam ser estudadas. Portanto, objetivou-se avaliar a morfofisiologia de mudas de gravioleira submetidas à irrigação com efluente salino da piscicultura em função de doses de NPK. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas águas de irrigação (água de abastecimento local ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) e efluente da piscicultura ( $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ )) e cinco doses de NPK (25%; 50%; 75%; 100%; 125% da recomendação de adubação  $100:300:150 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ ), com quatro repetições. As mudas foram avaliadas quanto ao crescimento e biomassa. Mudas de gravioleira respondem diferentemente à adubação com NPK quando irrigadas com água de baixa salinidade e com efluente da piscicultura. A recomendação de adubação com NPK para mudas de gravioleira irrigadas com água de baixa salinidade é  $95:285:143 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ . A recomendação de adubação com NPK para mudas de gravioleira irrigadas com efluente da piscicultura é  $69:207:104 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** *Annona muricata* L., rejeito da piscicultura, salinidade.

## **GROWTH OF SOURSOP SEEDLINGS IRRIGATED WITH PISCICULTURE EFFLUENT UNDER NPK DOSES**

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Catolé do Rocha, PB

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Mestranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN. Fone: (84) 99816-1253. E-mail: paula2penha@gmail.com

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN

<sup>5</sup> Bolsita de Pós-doutorado, Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN

<sup>6</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN

**ABSTRACT:** The use of alternative sources of water, such as effluent from fish farming, can increase the water supply, but poses risks due to its high salinity. Thus, new management strategies need to be studied. Therefore, the objective was to evaluate the morphophysiology of soursop seedlings submitted to irrigation with saline effluent from fish farming as a function of NPK doses. The experiment was carried out in a greenhouse, in a randomized block design, in a 2 x 5 factorial scheme, with two irrigation waters (local supply water ( $0.5 \text{ dS m}^{-1}$ ) and fish farming effluent ( $3.5 \text{ dS m}^{-1}$ )) and five doses of NPK (25%; 50%; 75%; 100%; 125% of the fertilizer recommendation  $100:300:150 \text{ mg dm}^{-3}$  of  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ ), with four replications. The seedlings were evaluated for growth and biomass. Soursop seedlings respond differently to NPK fertilization when irrigated with low salinity water and fish farming effluent. The recommendation for NPK fertilization for soursop seedlings irrigated with low salinity water is  $95:285:143 \text{ mg dm}^{-3}$  of  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ . The recommendation for NPK fertilization for soursop seedlings irrigated with fish farming effluent is  $69:207:104 \text{ mg dm}^{-3}$  of  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ .

**KEYWORDS:** *Annona muricata* L., fish farm waste, salinity.

## INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma planta tropical originária da América Central e dos Vales Peruanos. A gravioleira é uma das mais importantes espécies de frutas da família Annonaceae (SÁNCHEZ et al., 2018).

O reuso de efluentes, além de contribuir com a gestão sustentável de resíduos líquidos, é apontada como alternativa viável para aumentar a oferta de água na agricultura, especialmente em zonas climáticas de maior escassez hídrica (DIAS et al., 2021). O efluente gerado na piscicultura contém nutrientes e matéria orgânica que podem promover o estabelecimento de culturas e aumentar seu rendimento (SILVA et al., 2022).

A gravioleira, segundo Cavalcante et al. (2001), é considerada moderadamente tolerante aos sais durante o crescimento inicial, tolerando a irrigação com águas salinas de até  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Nobre et al. (2003) verificaram que acúmulo de fitomassa na parte aérea e radicular do porta-enxerto Morada Nova decresce com o incremento da salinidade da água de irrigação e que água com até  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  de condutividade elétrica na produção de mudas enxertadas do tipo ‘Crioula’ de graviola.

Assim, a hipótese da pesquisa é de que as plantas irrigadas com efluente da piscicultura podem necessitar de menos nutrientes do que as plantas irrigadas com água de baixa salinidade.

Com isso, objetivou-se avaliar a morfofisiologia de mudas de gravioleira submetidas à irrigação com efluente salino da piscicultura em função de doses de NPK.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró-RN. No período de condução do experimento, foram registradas as temperaturas máximas e mínimas de 44,3 e 20,3 °C, além de umidades relativas do ar máximas e mínimas de 87% e 23%, respectivamente.

A pesquisa foi conduzida em delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas águas de irrigação (água de abastecimento local (controle) e efluente da piscicultura) e cinco proporções de NPK (25%; 50%; 75%; 100%; 125% da recomendação de adubação), com quatro repetições e duas mudas por repetição, totalizando 80 plantas.

A semeadura foi realizada em sacos com capacidade de 2 dm<sup>3</sup>, utilizando três sementes com 1,5 cm de profundidade; 20 dias após o final da emergência, realizou-se o desbaste, de modo a permanecer apenas uma planta por saco. Diariamente, foi avaliado preventivamente o surgimento de pragas e/ou doenças nas mudas, não se observando a ocorrência durante o experimento.

Após o preparo do solo realizou-se uma irrigação adequada para atingir uma condição próxima à capacidade máxima de retenção de água. As irrigações subsequentes ocorreram uma vez por dia, com o objetivo de manter a umidade do solo próxima ao seu nível máximo de retenção, de acordo com o método de lisimetria de drenagem. Além disso, a cada intervalo de 30 dias, a quantidade de água aplicada foi aumentada em 15%, levando em consideração a fração de lixiviação necessária.

No período de 90 dias após a semeadura, procedeu-se à avaliação das mudas quanto a diferentes parâmetros, incluindo altura, diâmetro do caule, comprimento da raiz principal e número de folhas. A altura das mudas foi mensurada por meio do uso de uma régua graduada, estendendo-se desde a base do solo até a inserção do meristema apical, e os resultados foram expressos em centímetros (cm). O diâmetro do caule das mudas foi determinado utilizando um paquímetro digital, a uma distância de 1 cm da superfície do solo. As leituras foram registradas em milímetros (mm). O número de folhas foi obtido por meio de uma contagem direta das folhas verdes completamente expandidas de cada planta. As mudas foram coletadas e separadas em parte aérea e raiz, sendo então acondicionadas em sacos de papel. Em seguida, foram

colocadas em uma estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 65 °C até atingirem um peso constante. A massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) foi determinada pesando as amostras em uma balança analítica com precisão de 0,0001 g. Os resultados foram expressos em gramas (g) por planta.

O solo (Latosolo) utilizado foi coletado de uma área virgem da Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA, distrito de Alagoinha, Mossoró, RN. As amostras de solos foram coletadas na camada de 0,0 - 30,0 cm, destorroadas, peneiradas (4 mm) e caracterizadas quanto aos atributos físicos e química seguindo metodologia da EMBRAPA (2009) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química e física do solo utilizado no experimento.

pH	MO (%)	P ----(mg dm <sup>-3</sup> )---	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	CTC	V --- % ---	PST
5,3	1,7	2,1	54,2	21,6	2,7	0,9	0,0	1,8	5,6	68	2,0
CEes	Ds	Areia			Silte			Argila			
dS m <sup>-1</sup>	kg dm <sup>-3</sup>	----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----									
0,1	1,6	820			30			150			

MO - Matéria orgânica; CEes - condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; Ds - Densidade do solo.

As águas de irrigação foram coletadas e armazenadas em recipientes plásticos de 150 L, água de abastecimento local (CEa = 0,5 dS m<sup>-1</sup>), efluente da piscicultura, provenientes da criação de tilápias do setor de piscicultura da UFERSA (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise da água utilizada na irrigação das mudas de gravioleira.

Parâmetros	Água de Abastecimento	Efluente da piscicultura
Potencial hidrogeniônico (pH)	7,8	8,2
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,5	3,5
Nitrogênio (mg L <sup>-1</sup> )	0,1	0,3
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	0,1	0,8
Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,3	0,7
Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,6	16,3
Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,3	8,9
Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,1	12,2
Cloro (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,6	22,6
Carbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,2	1,2
Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,8	3,4
Razão de adsorção de sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	7,9	5,2
Demanda química de oxigênio (mg L <sup>-1</sup> )	-	10,0
Demanda bioquímica de oxigênio (mg L <sup>-1</sup> )	-	135
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	-	5,6
Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	-	31,3
Turbidez (NTU)	2,85	30,9

Os dados coletados foram submetidos a uma análise de variância utilizando o teste "F". Em casos em que foram encontradas diferenças significativas, foi aplicado o teste "t" de Student para o fator água de irrigação e análise de regressão para o fator doses de NPK. Essas análises foram realizadas com um nível de significância de 5%. Para realizar esses procedimentos estatísticos, foi utilizado o software SISVAR® (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação significativa entre águas de irrigação e doses de NPK para altura de planta ( $p < 0,001$ ), diâmetro do caule ( $p < 0,05$ ), número de folhas ( $p < 0,001$ ), comprimento da raiz ( $p < 0,001$ ) e massa seca da parte aérea ( $p < 0,01$ ) das mudas de gravioleira (Tabela 3). Para massa seca da raiz das mudas de gravioleira, houve efeito significativo dos fatores isolados águas de irrigação ( $p < 0,001$ ) e doses de NPK ( $p < 0,001$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo do teste F e teste de médias para altura de planta (AP, em cm), diâmetro do caule (DC, em mm), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR, em cm), massa seca da parte aérea (MSPA, em g) e massa seca da raiz (MSR, em g) de mudas de gravioleira sob irrigação com efluente da piscicultura e doses de NPK, aos 90 dias após a semeadura.

Fontes de variação	Teste F (Pr > Fc)					
	AP	DC	NF	CR	MSPA	MSR
Bloco	0,3604	0,2058	0,1644	0,7476	0,4827	0,4473
Águas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Doses de NPK	0,0000	0,0130	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002
Águas x Doses de NPK	0,0002	0,0188	0,0005	0,0001	0,0017	0,2370
Tratamentos	Teste de t de Student ( $p < 0,05$ )					
	AP	DC	NF	CR	MSPA	MSR
Água de abastecimento	27,75 a	4,13 a	12,60 a	21,21 a	1,67 a	0,55 a
Efluente da piscicultura	19,75 b	3,56 b	9,35 b	17,51 b	0,76 b	0,26 b

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste t de Student a 0,05 de probabilidade.

A altura da gravioleira foi maior nas mudas irrigadas com água de abastecimento do que nas irrigadas com efluente da piscicultura em todas as doses de NPK. A maior altura da gravioleira irrigada com água de abastecimento foi de 29,60 cm, na dose 85,56% de NPK.

O diâmetro do caule (DC) da gravioleira foi maior nas mudas irrigadas com água de abastecimento do que nas irrigadas com efluente da piscicultura apenas nas doses de 50 e 125% de NPK. O maior DC da gravioleira irrigada com água de abastecimento foi de 4,40 mm, na dose 103,50% de NPK. O maior DC da gravioleira irrigada com efluente da piscicultura foi de 3,76 mm, na dose 59,33% de NPK.

O efeito osmótico é resultante da alta concentração de sais na zona radicular, promovendo diminuição do potencial osmótico e, conseqüentemente, do potencial hídrico do solo, restringindo a disponibilidade de água para a planta (WAN et al., 2017). De acordo com Oliveira et al. (2013), a incapacidade de a planta realizar o ajuste osmótico resulta em deficiência hídrica induzida pelo efeito osmótico, a qual provoca alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, como observado nas mudas de gravioleira.

O número de folhas (NF) da gravioleira foi maior nas mudas irrigadas com água de abastecimento do que nas irrigadas com efluente da piscicultura em todas as doses de NPK. O

maior e o menor NF da gravioleira irrigada com água de abastecimento foram de 13,25 e 11,50 folhas em média nas doses 50 e 25% de NPK, respectivamente.

O comprimento da raiz (CR) da gravioleira foi maior nas mudas irrigadas com água de abastecimento do que nas irrigadas com efluente da piscicultura apenas na dose de 125% NPK. O maior e o menor CR da gravioleira irrigada com água de abastecimento foram de 22,58 e 20,00 cm nas doses 100 e 50% de NPK, respectivamente. O maior CR da gravioleira irrigada com efluente da piscicultura foi de 21,35 cm, na dose 46,29% de NPK.

A massa seca da parte aérea (MSPA) da gravioleira foi maior nas mudas irrigadas com água de abastecimento do que nas irrigadas com efluente da piscicultura em todas as doses de NPK. O maior MSPA da gravioleira irrigada com água de abastecimento foi de 2,13 g planta<sup>-1</sup>, na dose 95,50% de NPK. A maior MSPA da gravioleira irrigada com efluente da piscicultura foi de 1,19 g planta<sup>-1</sup>, na dose 79,50% de NPK. Observando os melhores resultados de MSPA da gravioleira, as plantas irrigadas com efluente da piscicultura reduziram em 44,13%, na comparação à água de abastecimento.

Os melhores resultados de altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea para as mudas de gravioleira irrigadas com água de abastecimento ocorreram na dose média de 95% da recomendação de NPK, que corresponde a 95:285:143 mg dm<sup>-3</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O. A dose obtida para o maior crescimento das mudas está próxima à obtida para os maiores acúmulos de nitrogênio, fósforo e potássio, que ocorreram na dose média de 96,5% da recomendação de NPK.

A massa seca da raiz (MSR) da gravioleira irrigada com efluente da piscicultura diminuiu 52,73% em relação as mudas irrigadas com água de abastecimento, independentemente da dose de NPK. A melhor dose de NPK para a MSR das mudas de gravioleira foi de 71,25%, obtendo-se média de 0,69 g planta<sup>-1</sup>, independentemente da água de irrigação utilizada.

## CONCLUSÕES

Mudas de gravioleira respondem diferentemente à adubação com NPK quando são irrigadas com água de baixa salinidade e efluente da piscicultura.

A recomendação de adubação com NPK para mudas de gravioleira irrigadas com água de baixa salinidade é de 95:285:143 mg dm<sup>-3</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O. Quando irrigadas com efluente da piscicultura é de 69:207:104 mg dm<sup>-3</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de Bolsas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, L. F.; CARVALHO, S. S.; LIMA, E. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; SILVA, D. A. Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 455-459, 2001.

DIAS, N. S.; FERNANDES, C. S.; SOUSA-NETO, O. N.; SILVA, C. R.; FERREIRA, J. F. S.; SÁ, F. V. S.; COSME, C. R.; SOUZA, A. C. M. S.; OLIVEIRA, A. M.; BATISTA, C. N. O. Potential agricultural use of reject brine from desalination plants in family farming areas. In: TALEISNIK, E.; LAVADO, R. S. (org.). **Saline and alkaline soils in Latin America**. 1<sup>o</sup>ed. Cham: Springer Nature; v. 1, 2021. p. 231–281.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L.; GURGEL, M. T. Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1365-1371, 2003.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, p. 465-471, 2013.

SÁNCHEZ, C. F. B.; LOPES, B. E.; TEODORO, P. E.; GARCIA, A. D. P.; PEIXOTO, L. A.; SILVA, L. A.; BHERING, L. L. Genetic diversity among soursop genotypes based on fruit production. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 122-128, 2018.

SILVA, A. A.; DIAS, N. S.; JALES, G. D.; REBOUÇAS, T. C.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA-NETO, M.; MORAIS, P. L. D.; PAIVA, E. P.; FERNANDES, C. S.; SÁ, F. V. S.

Fertigation with fish farming effluent at the adequate phenological stages improves physiological responses, production and quality of cherry tomato fruit. **International Journal of Phytoremediation**, v. 24, n. 3, p. 283-292, 2022.

WAN, Q.; HONGBO, S.; ZHAOLONG, X.; JIA, L.; DAYONG, Z.; YIHONG, H. Salinity tolerance mechanism of osmotin and osmotin-like proteins: a promising candidate for enhancing plant salt tolerance. **Current Genomics**, v. 18, n. 6, p. 553-556, 2017.