CRESCIMENTO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SOB SALINIDADE E SUPLEMENTAÇÃO DE PIRUVATO

MIRANDY DOS SANTOS DIAS[1], CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA[2], IDELVAN JOSÉ DA SILVA[3], FRANCISCO DE ASSIS DA SILVA[4] e PEDRO DANTAS FERNANDES[5]

[1]Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, mirandydias@gmail.com
[2]Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB cassianonogueiraagro@gmail.com
[3]Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, idelvan3@hotmail.com
[4]Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, agrofdsilva@gmail.com
[5]Dr. em Solos e Nutrição de Plantas, Prof. da UFCG, Campina Grande-PB, pedrodantasfernandes@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: A região semiárida do Nordeste brasileiro tem condições edafoclimáticas adequadas à produção do maracujazeiro, mas os problemas de sais nos solo e nos poços em muitas áreas dessa região têm limitado a formação de mudas e o estabelecimento da cultura sob manejo convencional. Diante disso, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o crescimento de mudas maracujazeiro Redondo Amarelo em resposta a salinidade da água de irrigação e a suplementação com piruvato. Os tratamentos foram constituídos de três condutividades elétrica da água de irrigação (0,8, 2,4 e 4,0 dS m^{-1}) e três concentrações de piruvato (0, 25 e 50 mM). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3. Combinados, os fatores resultaram em 9 tratamentos, com 4 repetições, perfazendo o total de 36 unidades experimentais, constituídas de uma planta. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados mediante análise da altura de planta, número de folhas, diâmetro das haste e área foliar. A irrigação com água de condutividade elétrica de 2,4 e 4,0 dS m^{-1} reduziu o diâmetro da haste, o número de folhas e a área foliar de mudas de maracujazeiro amarelo. A suplementação com 50 mM de piruvato é eficiente em aumentar todas as variáveis de crescimento do maracujazeiro amarelo na fase de mudas.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims, estresse salino, piruvato

GROWTH OF YELLOW PASSION FRUIT SEEDLINGS UNDER SALINITY AND PYRUVATE SUPPLEMENTATION

ABSTRACT: The semi-arid region of northeastern Brazil has edaphoclimatic conditions suitable for the production of passion fruit, but the problems of salts in the soil and wells in many areas of this region have limited the formation of seedlings and the establishment of the crop under conventional management. Therefore, the objective of this study was to evaluate the growth of passion fruit seedlings Redondo Amarelo in response to the salinity of irrigation water and supplementation with pyruvate. The treatments consisted of three electrical conductivities of irrigation water (0.8, 2.4 and 4.0 dS m-1) and three concentrations of pyruvate (0, 25 and 50 mM). The experimental design used was in randomized blocks, in a 3 x 3 factorial scheme. Combined, the factors resulted in 9 treatments, with 4 replications, making a total of 36 experimental units, consisting of one plant. The effects of treatments were evaluated by analyzing plant height, number of leaves, stem diameter and leaf area. Irrigation with electrical conductivity water of 2.4 and 4.0 dS m-1 reduced stem diameter, number of leaves and leaf area of yellow passion fruit seedlings. Supplementation with 50 mM of pyruvate is efficient in increasing all the growth variables of yellow passion fruit in the seedling stage.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* Sims, saline stress, pyruvate

INTRODUÇÃO

A cultura do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) movimenta diversos setores da economia, gerando emprego e renda para micros, pequenos, médios e grandes produtores no país (FALEIRO e JUNQUEIRA, 2016). Na safra 2019, a região Nordeste produziu 382.739 toneladas em 28.629 hectares, contribuindo com 64,5% da produção nacional (IBGE, 2019).

Segundo Bezerra et al. (2016), mesmo a região Nordeste sendo considerada a mais expressiva na produção do maracujazeiro amarelo, os problemas de sais nos solo e nos poços em muitas áreas dessa região têm limitado a formação de mudas e o estabelecimento da cultura sob manejo convencional.

O estresse salino é um dos estresses abióticos que mais prejudica a agricultura sustentável em todo o planeta, afetando diretamente as funções fisiológicas, bioquímicas e moleculares das plantas (Arif et al., 2020), em consequência, ocorre a inibição do crescimento e desenvolvimento das plantas, limitando de produtividade agrícola (Johnson et al., 2021).

A produção do maracujá no semiárido do Nordeste brasileiro pode ser otimizada com alternativas capazes de minorar os efeitos causados pelo estresse salino nas plantações. Entre essas alternativas, o uso de substâncias orgânicas.

Dentre as substâncias orgânicas, podemos citar o piruvato, que é um elemento essencial na respiração celular, podendo reforçar os mecanismos energéticos do maracujazeiro, que não precisará ativar os processos envolvidos na glicólise, por estarem disponíveis moléculas de piruvato, reforçando o substrato para a produção de Adenosina trifosfato (ATP). A planta com maior disponibilidade de energia poderá ativar mecanismos bioquímicos e moleculares necessários para se adaptar ao estresse salino, favorecendo assim, o crescimento e desenvolvimento.

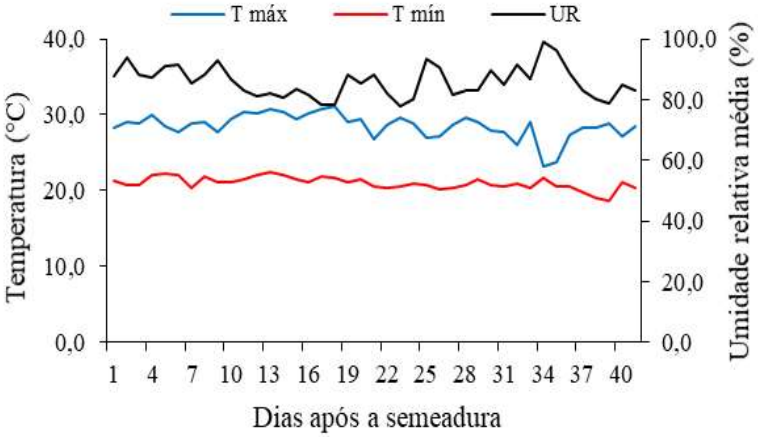
Diante disso, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o crescimento de mudas maracujazeiro Redondo Amarelo em resposta a salinidade da água de irrigação e a suplementação com piruvato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de abril e maio de 2021 em ambiente protegido (casa de vegetação) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Unidade de Engenharia Agrícola, localizado na cidade de Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 07° 15’ 18’’ S, 35° 52’ 28’’ W, a uma altitude de 550 m.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar no período da pesquisa estão na Figura 1.

Figura 1. Temperatura máxima (T máx.) e mínima (T min.) (ºC) e umidade relativa média (UR (%), observadas durante o período de condução do experimento. Campina Grande, PB. 2021.



Fonte: dados dos autores

Os tratamentos foram constituídos de três condutividades elétricas da água de irrigação (0,8, 2,4 e 4,0 dS m^{-1}) e três concentrações de piruvato (0, 25 e 50 mM). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3. Combinados, os fatores resultaram em

9 tratamentos, com 4 repetições, perfazendo o total de 36 unidades experimentais, constituídas de uma planta.

As mudas foram produzidas em sacos de polietileno com capacidade para 0,5 dm^3, no qual foram preenchidos com solo, cujas características químicas estão na Tabela 1.

Tabela1. Atributos químicos do solo. Campina Grande, PB

pH	P	K	Ca	Na	Mg	Al	H	SB	CTC	V	m	MO
6,5	mg dm^{-3}	.....cmolc dm^{-3}.....								.....%.....		mg dm^{-3}
	79	0,24	14,9	0,51	5,4	0,0	0,9	7,74	16,54	94,9	0,0	8,1

CTC a pH 7,0; Método EMBRAPA; Extração: Água (pH); Mehlich (P, K, Na); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al). Fonte: dados dos autores

Foi utilizada sementes de maracujazeiro cv. Redondo amarelo, com poder germinativo de 87% no qual foi semeada duas sementes por recipiente. Após a estabilização da emergência, aos 20 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por recipiente.

As águas salinas foram preparadas dissolvendo-se os sais NaCl, $CaCl_2.2H_2O$ e $MgCl_2.6H_2O$, na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na^+, Ca^{2+} e Mg^{2+}, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,4 dS m^{-1}). Essa proporção de sais é comumente encontrada em fontes de água utilizadas para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (Medeiros et al., 2003), com base na relação entre CEa e a concentração de sais (10*mmolc L^{-1} = CEa dS m^{-1}), extraída de Richards (1954).

As irrigações foram realizadas com água de abastecimento local (0,4 dS m^{-1}) uma vez ao dia a partir da semeadura, no início da manhã, de modo a deixar a umidade do solo próximo a capacidade de campo. A partir dos 30 DAS, iniciou-se as aplicações com água salinas.

As plantas de maracujazeiro foram submetidas a 40 dias com aplicação da irrigação com água salina, iniciando aos 30 DAS e perdurando até o os 70 DAS. A aplicação de piruvato iniciou-se aos 40 DAS, na ocasião as plantas já estavam com 10 dias de irrigação com água salina. Foram realizadas 6 aplicações com intervalo de 5 dias (aos 40, 45, 50, 55, 60 e 65 DAS). A fonte de piruvato utilizada na suplementação exógena das plantas foi o piruvato de cálcio.

A adubação foi realizada conforme recomendação de Novais (1991), sendo aplicado em cada unidade experimental, 0,555 gramas de ureia como fonte de N, 1,25 g de fosfato monoamônio (MAP) como fonte de fósforo e 0,625 g de cloreto de potássio como fonte K_2O, parceladas aos 15 e 30 DAS.

Foi aplicado aos 20 e 40 DAS uma solução de micronutrientes na concentração de 1,0 g L^{-1} do produto comercial Dripsol® micro contendo: Mg (1,1%); Zn (4,2%); B (0,85%); Fe (3,4%); Mn (3,2%); Cu (0,5%); Mo (0,05%), via foliar, nas faces adaxial e abaxial, com o uso de um borrifador.

O controle de pragas e doenças foram feitas de forma preventiva e controle quando houve o aparecimento do causador para isso foi utilizado produtos químicos seletivos a base de Imidacloprido e Abamectina, utilizando-se no preparo da calda 1 g para 10 L e 2,5 mL para 10 L respectivamente.

Aos 70 DAS foi determinado o efeito dos tratamentos sobre a cultura do maracujazeiro a partir da altura de planta (AP), número de folhas por planta (NF), diâmetro das haste (DH) e área foliar (AF). A área foliar foi obtida relacionando-se a massa seca de 8 discos foliares de área conhecida (1 ,41 cm^2) com a massa seca total das folhas por planta de acordo com a equação 1.

$$AFP = (MSF \times AFD) / MSD \quad (1)$$

Onde: AFP: área foliar (cm^2 por planta), MSF: massa seca das folhas (g), AFD: área foliar dos discos (cm^2), MSD: massa seca dos discos (g).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (Shapiro-Wilk) ao nível de 0,05 de probabilidade, e subsequente à análise de variância pelo teste F, quando significativos foi aplicado o teste de Tukey, utilizando-se o software Sisvar (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância (Tabela 2), constata-se que não houve interação significativa entre os fatores em estudos para nenhuma das variáveis estudadas, porém, observa-se diferença significativa para salinidade e suplementação com piruvato de forma isolada, sobre a altura de planta, diâmetro da haste, número de folhas e área foliar de plantas de maracujazeiro amarelo.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância e médias dos tratamentos para altura de planta (AP), diâmetro da haste (DH), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de plantas de maracujazeiro em fase de mudas, sob irrigação com água salinizada e suplementação com piruvato de cálcio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		AP	DH	NF	AF
Sal	2	216,8*	0,17**	50,47**	39603,0**
Piruvato	2	187,2*	0,18**	11,38*	26319,7*
S x P	4	12,71ns	0,03ns	3,25ns	8014,8ns
Bloco	3	12,02ns	0,011ns	1,67ns	4116,2ns
Erro	24	42,67	0,016	2,74	4993,9
Média		38,70	4,40	16,35	506,92
CV (%)		16,88	2,94	10,13	13,94
Sal (dSm^{-1})			Médias		
0,8		43,0 a	4,53 a	18,61 a	572,58 a
2,4		38,60 ab	4,39 b	15,83 b	465,23 b
4,0		34,50 b	4,29 b	14,60 b	482,23 b
Piruvato (mM)			Médias		
0		34,21 b	4,27 b	15,33 b	454,65 b
25		40,21 ab	4,42 a	16,44ab	521,03 ab
50		41,66 a	4,51 a	17,27a	545,07 a

Letras iguais não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 0,05%

Os menores valores em altura de planta, diâmetro da haste, número de folhas e área foliar, foram observados quando as mudas de maracujazeiro foram irrigadas com água de alta salinidade (4,0 dS m^{-1}) diferindo estatisticamente das plantas sob irrigação com água de baixa condutividade (0,8 dS m^{-1}). Segundo Dias et al. (2016), o excesso de sais solúveis na solução do solo provoca alterações no metabolismo celular, afetando o metabolismo do carbono primário, alongamento, a elasticidade da parede celular e, desta forma todo o crescimento da planta é prejudicado. Os mesmos autores ressaltam ainda, que em solos salinos, os sais solúveis na solução do solo aumentam as forças de retenção de água devido ao efeito osmótico, ocorrendo assim redução na absorção de água pela planta.

A redução na altura, diâmetro, número de folhas e na área foliar em plantas submetidas ao estresse salino, é uma forma encontrada pelas plantas para manter a absorção de água, sendo consequência de alterações morfológicas e anatômicas (Yousif et al., 2010). Além disso, ocorre redução do transporte de íons Na^+ e Cl^- no xilema (Taiz et al., 2017).

A suplementação com 50 mM de piruvato, foi eficiente em alavancar todas as variáveis de crescimento do maracujazeiro. A suplementação com 25 mM de piruvato diferiu estatisticamente do tratamento sem aplicação de piruvato, apenas para o diâmetro da haste. Por ser um elemento essencial na respiração celular, possivelmente houve maior disponibilidade de moléculas de piruvato, reforçando o substrato para a produção de Adenosina trifosfato (ATP). Consequentemente, a planta ativou mecanismos bioquímicos e moleculares, adaptando-se melhor em tal condição, favorecendo assim, o crescimento e desenvolvimento.

CONCLUSÕES

A irrigação com água de condutividade elétrica de 2,4 e 4,0 dS m^{-1} reduzem o diâmetro da haste, o número de folhas e a área foliar de mudas de maracujazeiro amarelo.

A suplementação com 50 mM de piruvato é eficiente em aumentar todas as variáveis de crescimento do maracujazeiro amarelo na fase de mudas.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFCG.

REFERÊNCIAS

Arif, Y.; Singh, P.; Siddiqui, H.; Bajguz, A.; Hayat, S. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, v. 156, p. 64-77, 2020.

Bezerra, J. D.; Pereira, W. E.; Silva, J. M. D.; Raposo, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. Revista Ceres, v. 63, p. 502-508, 2016.

Dias, N. S.; blanco, F. F.; Souza, E. R.; Ferreira, J. F. S.; Souza Neto, O. N.; Queiroz, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes, E. N. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, Cap.11, p.151-162, 2016.

Faleiro, F. G.; Junqueira, n. T. V. Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Cerrados-Livro técnico, 2016. 341 p.

Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista brasileira de biometria, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.2019. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado. Acesso em 28/07/2021.

Johnson, R.; Puthur, J. T. Seed priming as a cost effective technique for developing plants with cross tolerance to salinity stress. Plant Physiology and Biochemistry, v. 162, p. 247-257, 2021.

Medeiros, J. F. de. Qualidade de água de irrigação e evolução da Salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE. 172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agricola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 2003.

Novais, R. D.; Neves, J. C. L.; Barros, N. D. Ensaio em ambiente controlado. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo, v. 1, p. 89-253, 1991.

Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. (1954) Washington: U.S, Department of Agriculture.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p., 2017.

Yousif, B. S.; Nguyen, T. N.; Fukuda, Y.; Hakata H.; Okamoto, Y.; Masaoka, Y.; Saneoka, H. Effect of salinity on growth, mineral composition, photosynthesis and water relatíons of two vegetable crops; New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*). International Journal of Agriculture & Biology, v. 12, n. 2, p. 211-216, 2010.