

Fitomassas e qualidade de mudas de maracujazeiro-azedo sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada

Phytomass and quality of passion fruit seedlings under irrigation with saline water and nitrogen fertilization

Alzira M. de S. Silva Neta¹, Lauriane A. dos A. Soares^{2,*}, Geovani S. de Lima³, Reginaldo G. Nobre⁴, Diogenes D. A. de Sousa¹, Fagner N. Ferreira³ e Cassiano N. de Lacerda³

¹Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, Brasil. CEP: 58840-000

²Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, Brasil. CEP: 58.840-000

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil. CEP: 58429-140

⁴Departamento de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Caraúbas, RN, Brasil. CEP 59780000

(*E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.25601>

Recebido/received: 2021.10.05

Aceite/accepted: 2022.02.25

RESUMO

O maracujazeiro-azedo possui grande importância socioeconômica no Nordeste brasileiro, entretanto, nesta região, as fontes de águas disponíveis para irrigação contêm elevadas concentrações de sais, podendo ocasionar efeitos de natureza osmótica e iônica nas plantas. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar as fitomassas e a qualidade das mudas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado em função irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação no CCTA/UFCEG, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5×4 , testando-se cinco níveis de condutividade elétrica da água (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m^{-1}) associados a quatro doses de nitrogênio (50, 75, 100 e 125 mg de N kg^{-1} de solo) com quatro repetições e três plantas por parcela. A condutividade elétrica da água a partir de 0,3 dS m^{-1} promoveu diminuição na fitomassa seca do caule e na suculência foliar do maracujazeiro-azedo. Doses crescentes de nitrogênio atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a fitomassa seca de folhas do maracujazeiro-azedo. As doses de nitrogênio intensificam os efeitos do estresse salino sobre acúmulo de fitomassa e o déficit de saturação hídrica foliar. As mudas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado são consideradas de qualidade quando irrigadas com condutividade elétrica da água até 3,5 dS m^{-1} .

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims; nutrição mineral; tolerância.

ABSTRACT

The passion fruit tree has great socioeconomic importance in Northeastern Brazil, however, in this region; the sources of water available for irrigation contain high concentrations of salts, which can cause osmotic and ionic effects on the plants. In this sense, the objective of this work was to evaluate the phytomass and the quality of the passion fruit seedlings cv. BRS Rubi do Cerrado under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. The research was carried out in a greenhouse at CCTA/UFCEG, using a randomized block experimental design, in a 5×4 factorial scheme, testing five levels of electrical conductivity of water – EC_w (0.3, 1.1, 1.9, 2.7 and 3.5 dS m^{-1}) associated with four doses of nitrogen (50, 75, 100 and 125 mg N kg^{-1} of soil) with four replications and three plants per plot. Electrical conductivity of water from 0.3 dS m^{-1} promoted a decrease in stem dry mass and leaf succulence of passion fruit. Increasing doses of nitrogen attenuated the effect of the salinity of the irrigation water on the dry mass of leaves of the passion fruit tree. Nitrogen doses intensify the effects of salt stress on phytomass accumulation and leaf water saturation deficit. The passion fruit seedlings cv. BRS Rubi do Cerrado are considered quality when irrigated with electrical conductivity of water up to 3.5 dS m^{-1} .

Keywords: *Passiflora edulis* Sims; mineral nutrition; tolerance.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma planta tropical nativa da América do Sul, mais especificamente do Brasil, Argentina e Paraguai, da família Passifloraceae, que possui 16 gêneros e cerca de 700 espécies, das quais 144 são do Brasil, destacando-se como o principal produtor e exportador de frutos de maracujá (Figueiredo *et al.*, 2016). A produção nacional em 2018 foi de 602.651 toneladas, sendo a região Nordeste responsável por 62,3% dessa produção, destacando-se o estado da Bahia, seguido do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Pernambuco e Paraíba com uma área colhida de 29.953 ha e produção 375.541 toneladas (IBGE, 2019).

Dentre os maracujazeiros cultivados no Brasil, destaca-se o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) com produção voltada para exportação, principalmente nos países da Europa e Estados Unidos, onde os consumidores apreciam frutos menores e menos ácidos, despertando interesse dos produtores, a partir de seleções que possuam as características comerciais desejáveis (Meletti, 2005; Pacheco *et al.*, 2014). A cultivar BRS Rubi do Cerrado se destaca com produtividade média de 50 t/ha no primeiro ano de produção e resistência a algumas doenças (EMBRAPA, 2014).

No Nordeste as principais regiões produtoras estão localizadas na região semiárida onde as águas utilizadas na irrigação normalmente possuem elevadas concentrações de sais, podendo limitar o crescimento e a produção das culturas, devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, a toxicidade iônica, os desequilíbrios nutricionais ou ambos, em razão da acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, especialmente cloro e sódio (Gadelha *et al.*, 2017; Wani *et al.*, 2019).

Na literatura são incipientes os estudos que têm sido realizados buscando avaliar a tolerância do maracujazeiro-azedo às condições de salinidade da água e/ou do solo; em geral, entre seus efeitos, a salinidade retarda e reduz a emergência, inibe o crescimento; compromete, ainda, a qualidade de mudas, quando as plantas são irrigadas com águas de elevada salinidade (Montaña *et al.*, 2014; Freire e Nascimento, 2018). Entretanto, os efeitos do estresse salino sobre as plantas pode variar em função da cultivar, espécie, condições climáticas, manejo de

irrigação e/ou adubação e da fase de desenvolvimento das plantas (Shrivastava e Kumar, 2015).

Uma das alternativas que podem minimizar os efeitos deletérios do estresse salino sobre as plantas é a adubação nitrogenada, pois existem correlações positivas entre a capacidade fotossintética das folhas e seu conteúdo de N, utilizado na síntese de componentes de aparato fotossintético e síntese de enzimas relacionadas à fotossíntese; podendo também reduzir os danos da salinidade (Xiong *et al.*, 2013; Ibrahim *et al.*, 2018). Abdelgadir *et al.* (2010) relataram que o N aplicado alivia parcialmente os efeitos adversos da salinidade na fotossíntese, respiração, fixação de N e metabolismo de carboidratos por meio do aumento na área foliar superficial, ajudando a melhorar a tolerância das plantas a salinidade.

Diante da evidente necessidade do uso de águas com elevadas condutividades elétricas e da carência de informações sobre a relação entre a salinidade e fertilização nitrogenada sobre o maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerro sob condições semiáridas, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o acúmulo de fitomassas e a qualidade das mudas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado em função da irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio durante a fase de formação de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de dezembro de 2019 a março de 2020 em casa de vegetação, na área experimental do Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, localizada no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 06°46'20" S 37°48'01" O e altitude de 1194 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 × 4, correspondendo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio - DN [50, 75, 100 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo conforme dose recomendada (100 mg N kg⁻¹ de solo) para ensaios em vasos por Novais *et al.* (1991)], com quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 240 plantas. A dose de

N referente a 100% da recomendação correspondeu a 100 mg de N kg⁻¹ de solo.

Nesta pesquisa, utilizaram-se sementes do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado. É uma cultivar que possui frutos de casca vermelha ou arroxeadas com peso de 120 a 300 gramas (média de 170 g), com teor de sólidos solúveis de 13 a 15 °Brix (média de 14 °Brix) e rendimento de suco em torno de 35%. Além disso, possui resistência às principais doenças da cultura (virose, bacteriose, antracnose e verrugose) e elevada produtividade (EMBRAPA, 2014).

Para obtenção das mudas, foram semeadas duas sementes por sacola de polietileno com capacidade para 1,5 dm³, preenchidas com substrato como uma mistura de Neossolo Regolítico (*Entisol*) de textura arenosa, com proporção de 75% de solo, 25% de areia e 25% de composto orgânico (esterco bovino) na proporção de 2:1:1 (em base de volume), cujas características químicas e físicas (Quadro 1) foram obtidas conforme metodologia de Teixeira *et al.* (2017). Sendo realizado o desbaste aos 10 dias após a semeadura (DAS), selecionando apenas uma planta por sacola. Com as sacolas dispostas sobre bancada metálica na altura de 0,8 m do solo.

A água de menor condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) foi proveniente do sistema de abastecimento local, já os demais níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹), foram preparados a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) na água de abastecimento, considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954), conforme a Eq. 1:

$$C \text{ (mmol}_c \text{ L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa (dS m}^{-1}) \quad (1)$$

Em que: C = Concentração de sais a ser adicionada (mmol_c L⁻¹) e CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹)

Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 200 L, um para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Por ocasião da semeadura, elevou o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade máxima de retenção de água. Aos 30 dias após a semeadura (DAS) foi iniciada a irrigação conforme os distintos níveis salinos, quando surgiu a primeira folha verdadeira, sendo a quantidade aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico, obtendo como base os seguintes termos, volume consumido (vc), considerando o volume de água aplicado as plantas (va) no dia anterior; e o volume drenado (vd), quantificado na manhã do dia seguinte, para fração de lixiviação (FL) de 20% a cada 15 dias, cujo volume de água a ser aplicado nas plantas foi determinado pela Eq. 2:

$$V_C = \frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \quad (2)$$

As doses de nitrogênio foram fornecidas utilizando-se ureia (45% d-e N), conforme recomendação de Novais *et al.* (1991), sendo aplicado 0,015, 0,0234, 0,0315, 0,0391 g de ureia por planta para as doses de 50, 75, 100, 125 mg de N kg⁻¹ de solo, respectivamente, com início aos 30 dias após a semeadura, divididas em quatro aplicações realizadas

Quadro 1 - Atributos físico-hídricos e químicos do substrato utilizado no experimento

Características químicas								
pH H ₂ O (1:2,5)	MO g kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
cmol _c kg ⁻¹								
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
Características químicas				Características físicas				
CE _{es} (dS m ⁻¹)	CTC cmol _c kg ⁻¹	RAS (mmol L ⁻¹)	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
				Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5
							kPa	
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo à capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

semanalmente. As adubações com fósforo e potássio foram realizadas segundo a recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais *et al.* (1991), colocando-se as quantidades de 300 e 150 mg de P₂O₅ e K₂O kg⁻¹ de solo, nas formas de fosfato monoamônico - MAP (52% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O); divididos em quatro aplicações em cobertura, via água de irrigação, aos 30, 40, 50 e 60 dias após a semeadura.

Ressalta-se que o nitrogênio fornecido pelo MAP foi descontado em todas as doses de N estudadas, além disso, nas aplicações dos nutrientes era utilizada água de baixa condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹). Para melhorar a nutrição das plantas e suprir possíveis deficiências de micronutrientes foi realizada adubação foliar aos 45 DAS com um produto comercial contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo - 0,06%.

Avaliaram-se aos 70 dias após a semeadura (DAS), a fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca de raízes (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz/parte aérea (R/PA), déficit de saturação hídrica (DSH), suculência foliar (SUC) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Para a determinação das fitomassas as plantas foram separadas em folha, caule e raiz e em seguida acondicionadas em saco de papel, e posteriormente, submetidas à secagem em estufa de circulação forçada a temperatura de 65° C. Após a secagem, as amostras foram pesadas, sendo determinado a fitomassa seca das folhas (FSF), caule (FSC), cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA); e fitomassa seca da raiz (FSR), sendo mensurada a fitomassa seca total (FST) pelo somatório da FSPA e FSR.

Para analisar o déficit de saturação hídrica (DSH) do maracujazeiro-azedo foram coletadas de três folhas, totalmente expandida, imediatamente após a coleta das folhas, foram perfurados discos foliares (113 mm²) sendo pesados em balança analítica, para obtenção da massa fresca (Mf); em seguida, as amostras foram imersas em água destilada, colocadas em sacos plásticos, e acondicionadas por 90 minutos, obtendo-se a fitomassa túrgida (MT); posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com circulação de ar a temperatura de 65 °C para obtenção da fitomassa seca (MS) durante 24

horas, utilizando-se a metodologia de Lima *et al.* (2015), conforme Eq. 3:

$$DSH = \frac{Mt - Mf}{Mt - Ms} \times 100 \quad (3)$$

Em que: DSH = déficit de saturação hídrica (%); MF= fitomassa fresca de folhas (g); MT= fitomassa túrgida (g) e MS = fitomassa seca (g)

A suculência foliar (SUC) foi determinada de acordo com a metodologia de Mantovani (1999), conforme Eq. 4:

$$SUC = \frac{MFF - MSF}{AF} \quad (4)$$

Em que: AF é a área foliar total (cm²); MSF é a massa seca das folhas (g) e MFF é a massa fresca das folhas (g).

A qualidade das mudas de maracujazeiro-azedo foi avaliada através do índice de qualidade de Dickson (IQD), considerando-se a altura de plants (AP), o diâmetro do caule (DC), a fitomassa seca total (FST), a fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e a fitomassa seca de raízes (FSR), conforme Dickson *et al.* (1960) e calculado por meio da Eq. 5:

$$IQD = \frac{FST}{\left(\frac{AP}{DC}\right) + \left(\frac{FSPA}{FSR}\right)} \quad (5)$$

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os fatores níveis de salinidade da água e doses de nitrogênio utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os fatores (NS × DN) sobre as variáveis fitomassas seca de folhas (FSF), fitomassa seca de raiz (FSR), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz/parte aérea (R/PA) (Quadro 2).

Quadro 2 - Resumo da análise de variância para fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz/parte aérea (R/PA) do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado submetido à salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, aos 70 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		FSF	FSC ¹	FSR	FSPA	FST	R/PA ¹
Níveis salinos (NS)	4	2,3420**	1,3947*	2,6093**	7,2176**	17,3744**	0,0751**
Reg. Linear	1	5,4908**	4,6751**	7,6082**	20,3490**	52,8195**	0,1995**
Reg. Quadrática	1	0,6798 ^{ns}	0,1147 ^{ns}	2,6906**	1,3547 ^{ns}	7,8338**	0,0868**
Doses de N (DN)	3	0,3750 ^{ns}	0,0154 ^{ns}	0,6122**	0,3241 ^{ns}	1,7172 ^{ns}	0,0352 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,6699 ^{ns}	0,0064 ^{ns}	1,0909*	0,5490 ^{ns}	3,1743*	0,0492**
Reg. Quadrática	1	0,1353 ^{ns}	0,0174 ^{ns}	0,0086 ^{ns}	0,2486 ^{ns}	0,3551 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Interação (NS × DN)	12	0,7901*	0,2208 ^{ns}	0,3005**	1,5263**	2,0531*	0,0222*
Blocos	3	1,1914 ^{ns}	0,0294 ^{ns}	0,0143 ^{ns}	1,5509 ^{ns}	1,4077 ^{ns}	0,0114 ^{ns}
Resíduo	57	0,2071	0,2227	0,0398	0,5586	0,5523	0,0056
CV (%)		19,15	15,26	22,14	18,68	15,16	15,91
Média geral		2,3763	1,6252	0,9013	4,0015	4,9026	0,4621

^{ns}, **, *, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente. ¹para dados transformados em \sqrt{x}

De forma isolada, as doses de nitrogênio não exerceram influência significativa no acúmulo de fitomassas do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do cerrado. Os níveis de salinidade da água de irrigação proporcionaram efeito significativo sobre o acúmulo de fitomassas, conforme observado por Moura *et al.* (2017), avaliando os efeitos da salinidade da água no crescimento e formação de mudas de três espécies do gênero *Passiflora*.

A fitomassa seca de folhas (FSF) das plantas de maracujazeiro-azedo, cujos dados apresentaram melhor ajuste as equações quadráticas (Figura 1A), verifica-se que as plantas que receberam as doses de N de 75, 100 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo e estavam

sob irrigação com água de CEa de 2,0; 1,3 e 1,5 dS m⁻¹ propiciaram os maiores valores de FSF com 2,87; 2,74 e 2,87 g planta⁻¹ respectivamente. Não houve ajuste significativo dos níveis salinos para fitomassa seca de folhas das plantas submetidas à dose de nitrogênio de 50 mg de N kg⁻¹ de solo, sendo a média de 2,51 g planta⁻¹. Quando a concentração de sais aumenta ocorre redução no potencial osmótico da solução do solo, comprometendo a absorção de água, interferindo nas relações hídricas das plantas e no balanço de nutrientes (Lima *et al.*, 2020). Além disso, o excesso de íons também ocasiona danos nas folhas, reduzindo o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a distribuição de biomassa (Lima Neto *et al.*, 2016). Por

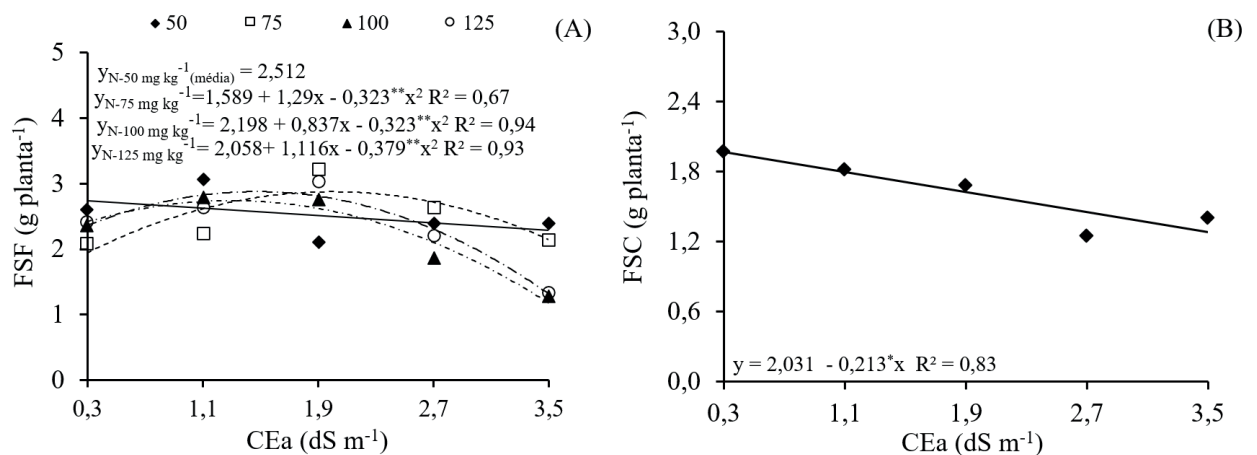


Figura 1 - Fitomassa seca de folhas – FSF do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e das doses de nitrogênio (A) e fitomassa seca do caule – FSC (B) em função dos níveis de CEa, aos 70 dias após a semeadura.

outro lado, o incremento das doses de N estimulou a taxa fotossintética e a produção de biomassa foliar, exercendo um efeito positivo no crescimento e na qualidade de suas mudas (Freitas *et al.*, 2012).

A fitomassa seca do caule do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado foi reduzida significativamente com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 1B), à medida que os níveis de salinidade da água aumentaram, a FSC diminuiu linearmente, com uma redução de 10,48% por aumento unitário da CEa, ou seja, plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas sob irrigação com água com CEa de 3,5 dS m⁻¹ tiveram uma diminuição 34,67% na FSC, em comparação com aquelas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Essa redução na FSC pode estar relacionada com os componentes iônico e osmótico do estresse salino, sendo que a baixa disponibilidade de água provoca o fechamento dos estômatos e, reduz a assimilação do CO₂, afetando diretamente a produção de fitomassa das plantas (Shankar *et al.*, 2016). Andrade *et al.* (2018) avaliando a emergência, fisiologia e o crescimento de mudas de duas variedades de maracujazeiro sob irrigação com águas salinas (CEa: 0,2; 2,2; 4,2 e 6,2 dS m⁻¹), observaram redução de 61% na fitomassa seca do caule das plantas submetidas à irrigação com o aumento da condutividade elétrica de 0,2 dS m⁻¹ para 6,2 dS m⁻¹.

A fitomassa seca de raízes do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado decresceu de forma quadrática (Figura 2A) nas plantas submetidas às doses de 50, 75, 100 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo, cujo, obtendo-se

os maiores valores estimados de 1,80; 1,68; 1,50 e 1,22 g planta⁻¹ quando as plantas foram irrigadas com condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹, a partir desse nível ocorreram reduções na FSR em todas as doses de nitrogênio estudadas. Deste modo, fica evidenciado que o efeito do estresse salino sobre a FSR do maracujazeiro-azedo foi intensificado à medida que se elevaram os níveis salinos da água de irrigação e doses de nitrogênio. Tal situação pode ser atribuída ao fato de que altos teores de sais na água de irrigação podem causar desequilíbrio hormonal nas plantas, bem como, aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio que afetam a expansão e divisão celular e, conseqüentemente, comprometer o crescimento e desenvolvimento das plantas (Oliveira *et al.*, 2015). Em trabalho sobre o crescimento inicial de genótipos de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas (CEa variando de 0,3 a 8,0 dS m⁻¹), Bezerra *et al.* (2014), também observaram redução no acúmulo de fitomassa das raízes de 30,6% e 20,5% na condutividade elétrica da água de 8,0 dS m⁻¹, para o cv. BRS Sol do Cerrado' e cv. Redondo Amarelo', respectivamente.

A fitomassa seca da parte aérea do maracujazeiro-azedo (Figura 2B) decresceu de forma linear quando adubado com 100 mg de N kg⁻¹ de solo, cuja diminuição foi de 13,52% por aumento unitário da CEa, ou seja, declínio de 45,10% na fitomassa seca da parte aérea das plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m⁻¹ em relação às irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Quanto às doses de 50, 75 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo e estavam sob irrigação com água de

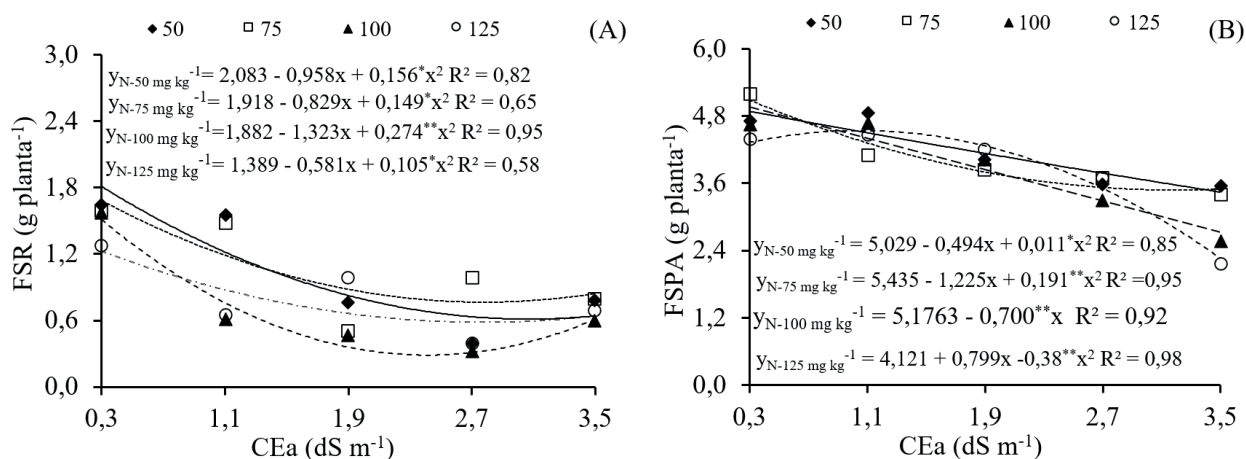


Figura 2 - Fitomassa seca da raiz – FSR (A) e fitomassa seca da parte aérea – FSPA (B) do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do cerrado em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de nitrogênio, aos 70 dias após a semeadura.

CEa de 0,3; 0,3 e 1,1 dS m⁻¹ propiciaram os maiores valores de FSPA (4,88; 5,08 e 4,54 g planta⁻¹) respectivamente. O maior nível salino tolerado pelo maracujazeiro-azedo quando submetido à dose de 125 mg de N kg⁻¹ de solo reflete uma possível resposta aclimatativa das plantas de maracujazeiro-azedo em resposta ao efeito mitigador do nitrogênio. Nesse contexto, a adubação nitrogenada foi uma importante estratégia, capaz de favorecer a aquisição de nutrientes pelas plantas em condições salinas (Dias *et al.*, 2020), devido ao nitrogênio ter estrutural e fazer parte de diversos compostos orgânicos vitais para as plantas, como aminoácidos, proteínas e prolina, entre outros, aumentando a capacidade de ajuste osmótico das plantas à salinidade e consequentemente a tolerância da cultura ao estresse salino (Masouleh *et al.*, 2019).

De acordo com Del Amor *et al.* (2000) há evidências de competição na absorção de nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode diminuir a absorção de cloreto pela planta. Nesse contexto, vários estudos com maracujazeiro indicam um efeito positivo da interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada (Mesquita *et al.*, 2012; Bezerra *et al.*, 2014, 2019).

A fitomassa seca total das plantas de maracujazeiro-azedo adubadas com 50, 75 e 100 mg de N kg⁻¹ de solo, obtiveram os maiores valores estimados em 6,66; 6,80 e 6,41 g planta⁻¹ quando irrigadas com condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹, a partir desse

nível ocorreram reduções acentuadas na FST. A redução no acúmulo de fitomassa seca total também foi relatado por Soares *et al.* (2013) na cultura da mamoneira e por Mesquita *et al.* (2019) e Bezerra *et al.* (2016), também estudando genótipos de maracujazeiro sob irrigação com água salina, o que pode estar relacionada com os componentes iônico e/ou osmótico do estresse salino, sendo que a baixa disponibilidade de água provoca o fechamento dos estômatos e altera a assimilação do CO₂, afetando diretamente a produção de fitomassa das plantas.

A adubação nitrogenada na dose de 75 mg de N kg⁻¹ de solo promoveu efeito quadrático sobre a relação raiz/parte aérea (R/PA) do maracujazeiro-azedo, obtendo-se a maior relação (0,33 g g⁻¹) no nível de CEa de 0,7 dS m⁻¹ (Figura 3B). As plantas adubadas com 50 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo reduziram de forma linear a relação raiz/parte aérea com o aumento da CEa, com decréscimos de 67,90 e 44,95% nas plantas que receberam a maior CEa (3,5 dS m⁻¹) em comparação com que receberam a menor condutividade elétrica da água (0,3 dS m⁻¹), respectivamente. Porém, não houve ajuste significativo dos níveis salinos para R/PA das plantas submetidas à dose de nitrogênio de 100 mg de N kg⁻¹ de solo, com R/PA média de 0,15 g g⁻¹ (Figura 3B). De modo geral, constata-se que a relação raiz parte aérea decresceu com o incremento dos níveis salinos e doses de nitrogênio, fato de suma importância para a obtenção de mudas mais vigorosas em condições de estresse salino, pois a relação raiz/parte aérea indica o nível de contribuição das

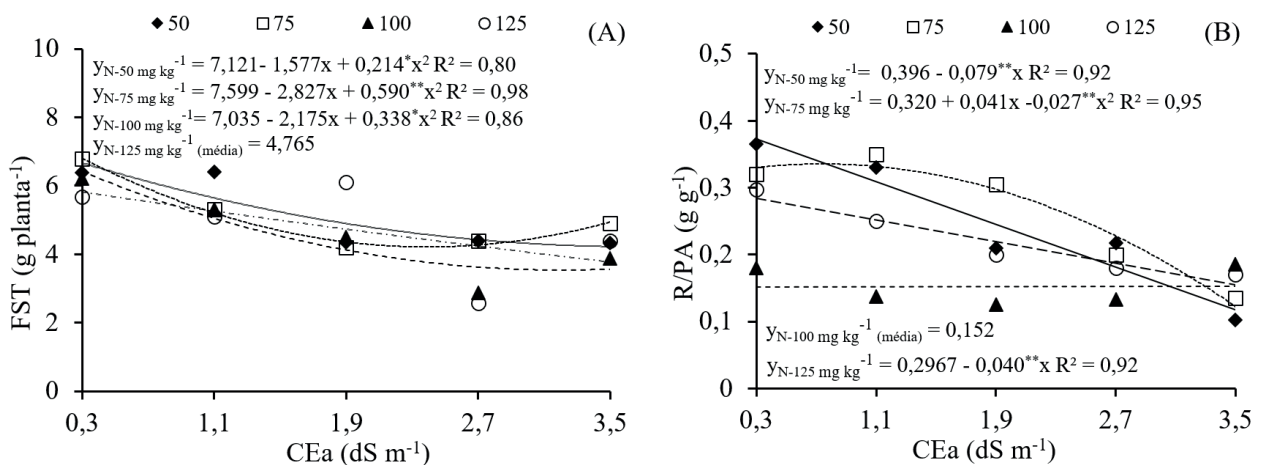


Figura 3 - Fitomassa seca total – FST (A) e relação raiz/parte aérea – R/PA (B) do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do cerrado em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e das doses de nitrogênio, aos 70 dias após a semeadura.

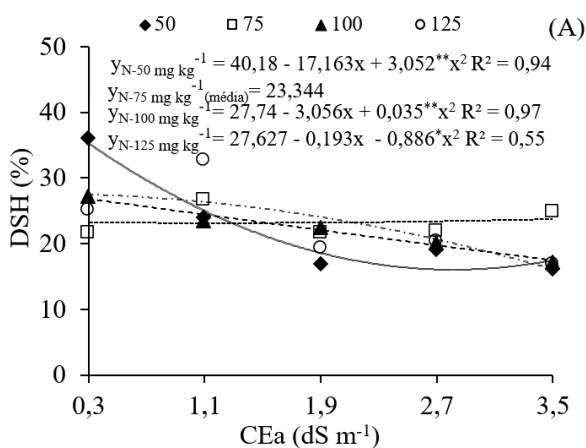
reservas armazenadas no sistema radicular, contraindo assim no crescimento e consequentemente na produção de fitomassa (Soares *et al.*, 2013).

Verifica-se efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação (Quadro 3), sobre o índice de qualidade de Dickson (IQD), o déficit de saturação hídrica (DSH) e a suculência foliar (SUC). As doses de nitrogênio não influenciaram de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas. Houve efeito significativo da interação entre os fatores (NS × DN) para o déficit de saturação hídrica das plantas de maracujazeiro-azedo, aos 70 DAS.

Quadro 3 - Resumo do teste de análise de variância para o déficit de saturação hídrica (DSH), suculência foliar (SUC) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do cerrado submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, aos 70 dias após a semeadura

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		DSH	SUC ¹	IQD ¹
Níveis salinos (NS)	4	265,4171**	0,0001**	41,9904**
Reg. Linear	1	905,9232**	0,0006**	54,1027**
Reg. Quadrática	1	30,6212 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	109,0890**
Doses de N (DN)	3	5,7513 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	28,9542 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,0057 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	18,5761 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,0092 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	5,4810 ^{ns}
Interação (NS × DN)	12	77,2421**	0,00007 ^{ns}	16,6428 ^{ns}
Blocos	3	38,5410 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	8,5309 ^{ns}
Resíduo	57	8,4277	0,00003	5,9976
CV (%)		12,78	19,71	18,14
Média geral		22,7147	0,0165	5,7610

^{ns}, **, *, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente.



A interação entre os fatores (NS × DN) também promoveu efeito significativo sobre o déficit de saturação hídrica (DSH) do maracujazeiro-azedo (Figura 4A). As plantas submetidas às doses de 50, 120 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo apresentaram os maiores valores de DSH (35,30%, 26,82% e 27,48%) sob irrigação com CEa de 0,3 dS m⁻¹, respectivamente. De forma geral, constata-se que o aumento dos níveis salinos ocasionou decréscimos na saturação do déficit hídrico independente do incremento das doses de nitrogênio. Os baixos níveis de DSH podem refletir em maior teor relativo de água sendo determinante para as atividades metabólicas e tolerância ao estresse salino (Hassani *et al.*, 2019). Tais fatos são confirmados pelas correlações negativas significativas observadas na fitomassa seca total e no déficit de saturação hídrica provocadas pelo estresse salino e doses de nitrogênio.

O estresse salino induziu um declínio no grau de suculência das folhas do maracujazeiro-azedo (Figura 4B), com decréscimo linear de 12,85% por aumento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com CEa de 3,5 dS m⁻¹, tiveram diminuição de 42,79% em comparação com as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Essa diminuição na suculência foliar pode ser reflexo dos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente Na e Cl nas células e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, agravando déficit de saturação de água (Figura 4A), causando menor suculência foliar nas plantas, estando associada à

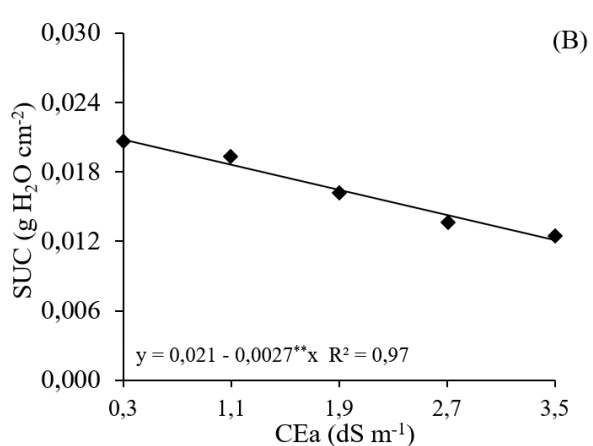


Figura 4 - Fitomassa seca da raiz – FSR (A) e fitomassa seca da parte aérea – FSPA (B) do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do cerrado em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de nitrogênio, aos 70 dias após a semeadura.

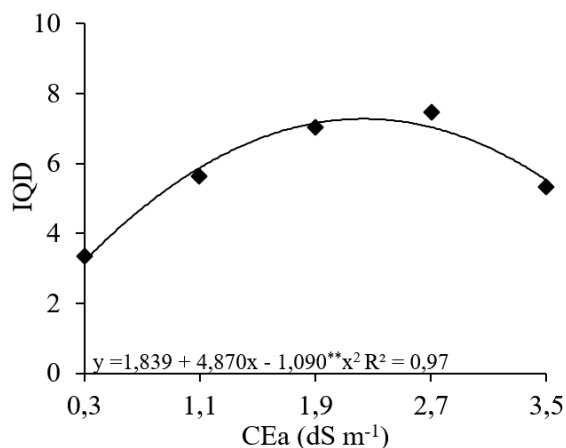


Figura 5 - Índice de qualidade Dickson - IQD do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do cerrado em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, aos 70 dias após a semeadura.

sensibilidade do maracujazeiro-azedo ao estresse salino (Aldesuquy *et al.*, 2012). Diferentemente, Lima *et al.* (2019) constataram que houve acréscimos na suculência foliar das plantas de algodoeiro cultivadas sob estresse salino (CEa: 1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m⁻¹), relacionando tal aumento na SUC do algodoeiro ao ajustamento osmótico das plantas.

Para o índice de qualidade de Dickson em função dos níveis de salinidade da água de irrigação verifica-se comportamento quadrático (Figura 5), sendo o maior valor de IQD (7,28) obtido nas plantas sob o nível de CEa de 2,2 dS m⁻¹. As plantas que receberam CEa 3,5 dS m⁻¹ alcançaram um IQD

médio de 5,53. Assim, mesmo com a diminuição no acúmulo de fitomassas, as mudas de maracujazeiro possuíam qualidade do ponto de vista agrônomo para estabelecimento no campo, mesmo cultivadas sob condições de elevada salinidade da água, com IQD superior a 0,2. De acordo com Oliveira *et al.* (2013), mudas são consideradas de boa qualidade e aptas para o campo quando apresentam seu IQD igual ou superior a 0,2. Bezerra *et al.* (2019), avaliando o nitrogênio como mitigador do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo, observaram redução na qualidade das mudas com o aumento da salinidade da água de irrigação.

CONCLUSÕES

A condutividade elétrica da água a partir de 0,3 dS m⁻¹ promove diminuição na fitomassa seca do caule e a suculência foliar do maracujazeiro-azedo, aos 70 dias após a semeadura; Doses crescentes de nitrogênio atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação, até o nível de 1,5 dS m⁻¹ sobre a fitomassa seca de folhas do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado; As doses de nitrogênio intensificaram os efeitos deletérios do estresse salino sobre acúmulo de fitomassa, relação raiz/ parte aérea e o déficit de saturação hídrica das plantas de maracujazeiro-azedo; Do ponto de vista agrônomo, as mudas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado são consideradas de qualidade quando irrigadas com condutividade elétrica da água até 3,5 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelgadir, H.A.; Jager, A.K.; Johnson, S.D. & Van Staden, J. (2010) - Influence of plant growth regulators on flowering, fruiting, seed oil content, and oil quality of *Jatropha curcas*. *South African Journal of Botany*, vol. 76, n. 3, p. 440-446. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.02.088>
- Aldesuquy, H.S.; Baka, Z.A.; El-Shehaby, O.A. & Ghanem, H.E. (2012) - Efficacy of seawater salinity on osmotic adjustment and solutes allocation in wheat (*Triticum aestivum*) flag leaf during grain filling. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 4, n.3, p. 33-45. <https://doi.org/10.5897/IJPPB11.059>
- Andrade, R. de A.; Medeiros, A. de S.; Maia Júnior, S. de O.; Rezende, L. de P.; Araújo Neto, J.C. de A. (2018) - Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 48, n. 3, p. 229-236. <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v48i3a02710>
- Bezerra, J.D.; Pereira, W.E.; Silva, J.M. da & Raposo, R.W.C. (2016) - Growth of two genotypes of yellow passion fruit under saline conditions. *Revista Ceres*, vol. 63, n. 4, p. 502-508. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040010>

- Bezerra, M.A.F.; Pereira, W.E.; Bezerra, F.T.C.; Cavalcante, L.F. & Medeiros, S.A. da S. (2019) - Nitrogen as a mitigator of salt stress in yellow passion fruit seedlings. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 40, n. 2, p. 611-622. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p611>
- Bezerra, M.A.F.; Pereira, W.E.; Bezerra, F.T.C.; Cavalcante, L.F. & Medeiros, S.A. da S. (2014) - Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. *Revista Agropecuária Técnica*, vol. 35, n. 1, p. 150-160. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v35i1.19920>
- Del Amor, F.M.; Ruiz-Sánchez, M.C.; Martínez, V. & Cerdá, A. (2000) - Gas Exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 23, n. 9, p. 1315-1325. <https://doi.org/10.1080/01904160009382102>
- Dias, A.S.; Lima, G.S. de; Gheyi, H.R.; Soares, L.A. dos A. & Fernandes, P.D. (2020) - Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. *Revista Caatinga*, vol. 33, n. 2, p. 470-479. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n219rc>
- Dickson, A.; Leaf, A.L. & Hosner, J. F. (1960) - Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, vol. 36, n. 1, p. 10-13. <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>
- EMBRAPA (2014) - *BRS Rubi do Cerrado: Híbrido de maracujazeiro-azedo de frutos avermelhados e amarelos para indústria e mesa*. 2 ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA CERRADO. 2 p.
- Ferreira, D.F. (2019) - SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, vol.37, n. 4, p. 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Figueiredo, D.A.F.; Pordeus, L.C.M.; Paulo, L.L.; Braga, R.M.; Fonsêca, D.V.; Sousa, B.S.; Costa, M.J.C.; Gonçalves, M.C.R. & Oliveira, K.H.D. (2016) - Effects of bark flour of *Passiflora edulis* on food intake, body weight and behavioral response of rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol. 26, n. 5, p. 595-600. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.02.010>
- Freire, J.L. de O. & Nascimento, G. dos S. (2018) - Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 41, n. 4, p. 981-988. <https://doi.org/10.19084/RCA18164>
- Freitas, J.P.X.; Oliveira, E.J. de; Jesus, O.N. de; Cruz Neto, A.J. da & Santos, L.R. dos (2012) - Formação de população base para seleção recorrente em maracujazeiro-amarelo com uso de índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 47, n. 3, p. 393-401. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000300011>
- Gadelha, C.G.; Miranda, R. de S.; Alencar, N.L.M.; Costa, J.H.; Prisco, J.T. & Gomes-Filho, E. (2017) - Exogenous nitric oxide improves salt tolerance during establishment of *Jatropha curcas* seedlings by ameliorating oxidative damage and toxic ion accumulation. *Journal of Plant Physiology*, vol. 212, n. 5, p. 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.02.005>
- Hassani, D.; Khalid, M.; Huang, D. & Zhang, Y. (2019) - Morphophysiological and molecular evidence supporting the augmentative role of *Piriformospora indica* in mitigation of salinity in *Cucumis melo* L. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, vol. 51, n. 3, p. 301-312. <https://doi.org/10.1093/abbs/gmz007>
- IBGE (2019) - *Produção agrícola: Lavoura Permanente*. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [cit. 2022.11.10] <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>>.
- Ibrahim, M.E.H.; Zhou, G.; Ali, Y.A.; Farah, G.A. & Zhu, X. (2018) - Nitrogen fertilizer alleviated negative impacts of NaCl on some physiological parameters of wheat. *Pakistan Journal of Botany*, vol. 50, n. 6, p. 2097-2104.
- Lima-Neto, A.J.; Cavalcante, L.F.; Mesquita, F. de O.; Souto, A.G. de L.; Santos, G.P. dos; Santos, J.Z. dos & Mesquita, E.F. de (2016) - Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. *Chilean Journal of Agricultural Research*, vol. 76, n. 6, p. 235-241. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392016000200014>
- Lima, G.S. de; Fernandes, C.G.J.; Soares, L.A. dos A.; Gheyi, H.R. & Fernandes, P.D. (2020) - Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. *Revista Caatinga*, vol. 33, n. 1, p. 184-194. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n120rc>
- Lima, G.S. de; Dias, A.S.; Soares, L.A. dos A.; Gheyi, H.R.; Nobre, R.G. & Silva, A.A.R. da (2019) - Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 42, n. 1, p. 214-225. <https://doi.org/10.19084/RCA18123>
- Lima, G.S. de; Gheyi, H.R.; Nobre, R.G.; Soares, L.A. dos A.; Xavier, D.A. & Santos Junior, J.A. dos (2015) - Water relations and gas exchange in castor bean irrigated with saline water of distinct cationic nature. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 10, n. 13, p. 1581-1594. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9606>

- Mantovani, A. (1999) - A method to improve leaf succulence quantification. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 42, n. 1, p. 9-14. <https://doi.org/10.1590/S1516-89131999000100002>
- Masouleh, S.S.S.; Aldine, N.J. & Sassine, Y.N. (2019) - The role of organic solutes in the osmotic adjustment of chilling-stressed plants (vegetable, ornamental and crop plants). *Ornamental Horticulture*, vol. 25, n. 4, p. 434-442. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i4.2073>
- Meletti, L.M.M. (2005) - Maracujá-roxo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 27, n. 2, p. 194-348. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000200001>
- Mesquita, F. de O.; Meireles, A.C.M.; Cardoso, J.L.N.; Oliveira, C.W. & Roguides, P.L.B. (2019) - Use of saline waters and biofertilizers in quality of the seedlings from *Passiflora edulis* evaluated by the dry phytomass. *Journal of Agricultural Science*, vol. 11, n. 5, p. 122-130. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n5p121>
- Mesquita, F. de O.; Rebequi, A.M.; Cavalcante, L.F. & Souto, A.G. de L. (2012) - Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 35, n. 1, p. 222-239. <https://doi.org/10.19084/rca.16177>
- Montaña, L.A.; Fischer, G.; Magnitskiy, S. & Zuluaga, G. (2014) - Effect of NaCl salinity on seed germination and seedling emergence of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Agronomía Colombiana*, vol. 32, n. 2, art. 188. <http://dx.doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n2.38287>
- Moura, R. dos S.; Gheyi, H.R.; Coelho Filho, M.A.; Jesus, O.N. de; Lima, L.K.S. & Cruz, C.S. da (2017) - Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress. *Bioscience Journal*, vol. 33, n. 5, p. 1197-1207. <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n5a2017-36957>
- Novais, R.F.; Neves, J.C.L. & Barros, N.F. (1991) - Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. (Ed.) - *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA. cap. 12, p. 189-253.
- Oliveira, F.A.; Lopes, M.Â.C.; Sá, F.V. da S.; Nobre, R.G.; Moreira, R.C.L.; Silva, L. de A. & Paiva, E.P. de (2015) - Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Comunicata Scientiae*, vol. 6, n. 4, p. 471-478. <https://doi.org/10.14295/CS.v6i4.982>
- Oliveira, F.T.; Hafle, O.M.; Mendonça, V.; Moreira, J.N. & Pereira Júnior, E.B. (2013) - Fontes orgânicas e volume de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 8, n. 2, p. 97-103.
- Pacheco, C.A.; Schutzer, K.; Verruma-Bernardi, M.R.; Montero, D.A.V. & Meletti, L.M.M. (2014) - Physicochemical and analyses of purple and yellow passion fruit, Physicochemical and sensory analyses of purple and yellow passion fruit. *International Research Journal of Horticulture*, vol. 2, p. 1-5. <https://doi.org/10.12966/irjh.01.01.2014>
- Richards, L.A. (1954) - *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: U.S. Department of Agriculture. 160 p.
- Shankar, R.; Bhattacharjee, A. & Jain, M. (2016) - Transcriptome analysis in different rice cultivars provides novel insights into desiccation and salinity stress responses. *Scientific Reports*, vol. 6, art. 23719. <https://doi.org/10.1038/srep23719>
- Shrivastava, P. & Kumar, R. (2015) - Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 22, n. 2, p. 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>
- Soares, L.A. dos A.; Lima, G.S.; Nobre, R.G.; Gheyi, H.R. & Pereira, F.H.F. (2013) - Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 8, n. 1, p. 247-256.
- Teixeira, P.C.; Donagemma, G.K.; Fontana, A. & Teixeira, W.G. (2017) - *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 573 p.
- Wani, A.S.; Ahmad, A.; Hayat, S. & Tahira, I. (2019) - Epibrassinolide and proline alleviate the photosynthetic and yield inhibition under salt stress by acting on antioxidant system in mustard. *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 135, n. 2, p. 385-394. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.01.002>
- Xiong, F.; Yu, X.; Zhou, L. & Wang, Z. (2013) - Effect of nitrogen application at the booting stage on wheat progeny seed germination and seedling growth. *Journal of Plant Studies*, vol. 2, n. 2, p. 158-166. <http://dx.doi.org/10.5539/jps.v2n2p158>