



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL

LEONARDO AFONSO PEREIRA DA SILVA FILHO

**MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO cv. RUBI DO CERRADO SOB
SUBSTRATOS ORGÂNICOS E LÂMINAS DE ÁGUA: NUTRIÇÃO,
COMPOSTOS BIOATIVOS, TROCAS GASOSAS, STATUS HÍDRICOS
E CRESCIMENTO**

POMBAL-PB
2024

LEONARDO AFONSO PEREIRA DA SILVA FILHO

**MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO cv. RUBI DO CERRADO SOB
SUBSTRATOS ORGÂNICOS E LÂMINAS DE ÁGUA: NUTRIÇÃO,
COMPOSTOS BIOATIVOS, TROCAS GASOSAS, STATUS HÍDRICOS
E CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Horticultura Tropical.

Orientador: Dr. Evandro Franklin de Mesquita

POMBAL-PB
2024

S586m

Silva Filho, Leonardo Afonso Pereira da.

Mudas de maracujazeiro-azedo cv. Rubi do Cerrado sob substratos orgânicos e lâminas de água : nutrição, compostos bioativos, trocas gasosas, status hídricos e crescimento / Leonardo Afonso Pereira da Silva Filho. – Pombal, 2024.

89 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2024.

“Orientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita”.

Referências.

1. Maracujazeiro-amarelo. 2. Produção de mudas. 3. Qualidade de mudas. 4. *Passiflora edulis f. flavicarpa*. I. Mesquita, Evandro Franklin de. II. Título.

CDU 634.776.3(043)

LEONARDO AFONSO PEREIRA DA SILVA FILHO

**MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO cv. RUBI DO CERRADO SOB
SUBSTRATOS ORGÂNICOS E LÂMINAS DE ÁGUA: NUTRIÇÃO,
COMPOSTOS BIOATIVOS, TROCAS GASOSAS, STATUS HÍDRICOS
E CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Horticultura Tropical.

Aprovada em: 27/12/2024

BANCA EXAMINADORA

Evandro Franklin de Mesquita

Prof. D.S.c. Evandro Franklin de Mesquita
UEPB/UFCG
Orientador

Marília Hortência Batista Silva Rodrigues

D.S.c. Marília Hortência Batista Silva Rodrigues
Examinador Interno - UFCG

Antônio Gustavo de Luna Souto

Prof. D.S.c. Antônio Gustavo de Luna Souto
Examinador Externo - UFERSA

*Aos Agroecólogos/as por seu
compromisso político, ético e ambiental,
na luta por oportunidades justas e
sustentáveis no campo e na sociedade.*

*Aos camponeses, trabalhadores da
agricultura que nos alimentam e
sustentam cidades inteiras, com o suor
do seu trabalho.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À nosso Senhor, Deus Pai, Todo-poderoso.

À minha família, obrigado pelo amor, apoio e paciência, por cuidarem da terra e dos meus animais enquanto dedicava-me aos estudos e por serem referência na minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, pelos momentos de ensinamento e formação.

À Universidade Estadual da Paraíba, Campus de Catolé do Rocha por disponibilizar espaço e recursos na realização deste projeto.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, pela acolhida, orientações e abertura ao diálogo na construção desse trabalho.

À Banca Examinadora composta Dr^a. Marília Hortência Batista Silva Rodrigues e Dr. Antônio Gustavo de Luna Souto, os quais aceitaram o convite para avaliarem a presente dissertação.

À equipe do Solaplant, nas pessoas de José Paulo Costa Diniz, Vitória Carolina da Silva Soares, Samuel Barbosa Alves e Samuel Saldanha Rodrigues, em especial a Caio da Silva Sousa, pelo companheirismo no laboratório e casa de vegetação, e, sobretudo na colaboração desde o início até a conclusão do experimento.

Ao Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical - PPGHT por fomentar pesquisa e trabalhos de horticultura em nossa região.

À FAPESQ - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba pela concessão da bolsa de estudos, Termo de Outorga nº 1745/2022 - Edital nº 16/2022.

Ao secretário da coordenação do PPGHT, Jociano Mendes Bandeira e a secretária Maressa Raquel Guedes Formiga, pela eficiência e cordialidade em atender os pleitos.

Aos colegas do PPGHT, Larissa Albuquerque Brito, Antônio Machado de Oliveira Neto e Aislan Limeira Pereira, pelos momentos de descontração.

E a todos e todas que de alguma maneira contribuíram para este trabalho acadêmico.

Muito obrigado!

Epígrafe

Ecologia sem luta de classes é jardinagem.
(Chico Mendes)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Casa de vegetação no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV – Catolé do Rocha-PB.....	27
Figura 2	– Valores médios da temperatura e umidade relativa do ar durante condução do experimento.....	27
Figura 3	– Temperatura média do solo na superfície e nas profundidades de 5 e 10 cm durante condução do experimento no período da manhã (A) e tarde (B).....	31
Figura 4	– Controle agroecológico de insetos-praga nas mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado durante condução do experimento.....	32
Figura 5	– Análise das trocas gasosas das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado durante experimento.....	34
Figura 6	– Análise de crescimento de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado durante experimento.....	36
Figura 7	– Análise da fitomassa das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado durante experimento.....	38
Figura 8	– Valores de pH do substrato cultivado com mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....	40
Figura 9	– Condutividade elétrica do substrato com mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	41

Figura 10	– Teor de umidade foliar (A) e perda de turgência (B) em mudas de cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	42
Figura 11	– Extravasamento de eletrólitos em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	43
Figura 12	– <i>gs</i> de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função lâminas de água.....	45
Figura 13	– <i>E</i> de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água.....	46
Figura 14	– <i>A</i> em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	46
Figura 15	– <i>Ci</i> em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....	47
Figura 16	– <i>EiCi</i> em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função das lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....	48
Figura 17	– <i>EiUA</i> em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	49
Figura 18	– Teores de N nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos	

	orgânicos e lâminas de água.....	50
Figura 19	– Teores de P em folhas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	51
Figura 20	– Teores de K em folhas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	52
Figura 21	– Teores de Ca em folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	53
Figura 22	– Teores de Mg (A) e Na (B) em folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	54
Figura 23	– Teores de Mn nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	55
Figura 24	– Teores de Cu nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	56
Figura 25	– Teores de Zn nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	57
Figura 26	– Teores Fe nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	57

Figura 27	– Teores de clorofila <i>a</i> em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	59
Figura 28	– Teores de clorofila <i>b</i> em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	59
Figura 29	– Carotenoides totais em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi aos 45 dias após o transplântio do Cerrado em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	60
Figura 30	– Compostos fenólicos totais presentes em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	61
Figura 31	– Prolina em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	63
Figura 32	– Altura de plantas (A), número de folhas (B) e área foliar (C) das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	65
Figura 33	– Diâmetro do caule de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....	66
Figura 34	– Comprimento de raiz de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....	67

- Figura 35** – Volume de raiz de mudas em maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....68
- Figura 36** – Taxa de crescimento relativo (A e B) e absoluto em altura de plantas (C) de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 15 e 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água e substratos orgânicos.....69
- Figura 37** – Massa seca foliar (A), massa seca do caule (B) e massa seca radicular (C) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....71
- Figura 38** – Massa seca da parte aérea (A) e massa seca total (B) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....72
- Figura 39** – Relação raiz/parte aérea em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B).....72
- Figura 40** – Índice de Qualidade de Dickson em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....74

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Caracterização do solo utilizado na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado.....28
- Tabela 2** – Caracterização dos substratos orgânicos utilizados na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado: esterco bovino (S2); esterco caprino (S3); húmus de minhoca (S4) e composto orgânico (S5).....29
- Tabela 3** – Resultados da avaliação da qualidade da água utilizada para irrigação das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado.....30
- Tabela 4** – Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente ao pH e a condutividade elétrica (CE) do solo e dos substratos em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....39
- Tabela 5** – Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente ao conteúdo relativo de água (CRA), teor de umidade foliar (TUF), perda de turgência (PT) e extravasamento de eletrólitos (EE) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....42
- Tabela 6** – Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente à condutância estomática (g_s), transpiração foliar (E), taxa de assimilação de CO_2 (A), concentração interna de CO_2 (C_i), eficiência instantânea de carboxilação (E_iC_i) e eficiência instantânea no uso da água (E_iUA) em mudas de maracujazeiro-

amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....44

Tabela 7 – Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente aos teores de macro e micronutrientes foliares nas mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....50

Tabela 8 – Faixas ótimas de teores foliares de N, P e K observadas para o maracujazeiro-amarelo na literatura e obtidas na presente pesquisa.....53

Tabela 9 – Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente aos teores de clorofila a, clorofila b, carotenoides (Car), compostos fenólicos (CF) e prolina em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.....58

Tabela 10 – Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente à altura de planta (AT), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), comprimento de raiz (CR), volume radicular (VR), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos (Sub) e lâminas de água (Lâm).....64

Tabela 11 - Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RR/PA) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em

função de substratos orgânicos e lâminas de água.....	70
---	----

RESUMO

SILVA FILHO, Leonardo Afonso Pereira. **Mudas de maracujazeiro-azedo cv. rubi do cerrado sob substratos orgânicos e lâminas de água: Nutrição, compostos bioativos, trocas gasosas, status hídricos e crescimento.** 2024. 89 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2024.

O suprimento de água e nutrientes são fatores indispensáveis no crescimento inicial do maracujazeiro e, conseqüentemente, na sua produção em campo. Por isso, objetivou-se avaliar a influência de substratos orgânicos e lâminas de água sobre as trocas gasosas, nutrição, compostos bioativos, crescimento e qualidade de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e os tratamentos distribuídos no delineamento inteiramente casualizado no arranjo fatorial 5×2 , compreendendo cinco substratos (S1= 100% solo, S2= 75% solo e 25% esterco bovino, S3= 75% solo e 25% esterco caprino, S4= 75% solo e 25% húmus de minhoca, S5= 75% solo e 25% de composto orgânico) e duas lâminas de água: L1 50% de água disponível no substrato e L2 100% de água disponível no substrato, com seis repetições, perfazendo 60 unidades experimentais. Aos 45 dias após transplântio, foram avaliados o status hídrico, as trocas gasosas, o estado nutricional, os compostos bioativos, o crescimento, a fitomassa e a qualidade das mudas. As mudas quando submetidas à irrigação com 100% de água disponível apresentaram maiores: condutância estomática, transpiração, taxa de assimilação de CO₂ e concentração interna de CO₂, resultando em maior carboxilação. O maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado é sensível ao déficit hídrico, pois esse provocou redução no crescimento, na produção de matéria seca e comprometeu variáveis fisiológicas como transpiração, condutância estomática e assimilação de CO₂. Os substratos que promoveram maior altura das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado foram S4 = 25% de húmus e 75% de solo (78,32 cm) e S2= 25% de esterco bovino e 75% de solo (75,80 cm). O melhor resultado para a massa seca da parte aérea (8,28 g planta) e a massa seca total (10,13 g planta) foi obtida ao utilizar o S4 na aplicação de 100% de água disponível no solo. As mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado cultivadas em substratos contendo 25% de esterco bovino e 25% de húmus de minhoca apresentaram melhores respostas ao déficit hídrico, pois os substratos orgânicos promoveram maior retenção de água. Houve influência dos diferentes substratos e lâminas de água sobre os teores foliares de macro e micronutrientes e, conseqüentemente, sobre o estado nutricional das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado. O déficit hídrico afetou negativamente o metabolismo primário e secundário, destacando a sensibilidade das plantas.

Palavras-chave: Déficit hídrico, estado nutricional, fontes orgânicas, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, qualidade de mudas.

ABSTRACT

SILVA FILHO, Leonardo Afonso Pereira. **Saplings of passion fruit cv. Rubi do Cerrado under organic substrates and water levels: Nutrition, bioactive compounds, gas exchange, water status and growth.** 2024. 89 f. Dissertation (Master's in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB, 2024.

The supply of water and nutrients are essential factors in the initial growth of passion fruit trees and, consequently, in their production in the field. The aim was therefore to evaluate the influence of organic substrates and water levels on gas exchange, nutrition, bioactive compounds, growth and quality of passion fruit seedlings cv. BRS Rubi do Cerrado. The experiment was conducted in a greenhouse and the treatments were distributed in a completely randomized design in a 5×2 factorial arrangement, comprising five substrates (S1 = 100% soil, S2 = 75% soil and 25% cattle manure, S3 = 75% soil and 25% goat manure, S4 = 75% soil and 25% worm humus, S5 = 75% soil and 25% organic compost) and two water levels: L1 50% of water available in the substrate and L2 100% of water available in the substrate, with six repetitions, making up 60 experimental units. At 45 days after transplanting, the water status, gas exchange, nutritional status, bioactive compounds, growth, phytomass and quality of the seedlings were assessed. When the seedlings were irrigated with 100% available water, they showed higher stomatal conductance, transpiration, CO₂ assimilation rate and internal CO₂ concentration, resulting in greater carboxylation. The passion fruit cv. Rubi do Cerrado is sensitive to water deficit, as this caused a reduction in growth, dry matter production and compromised physiological variables such as transpiration, stomatal conductance and CO₂ assimilation. The substrates that promoted the greatest height of the passion fruit seedlings cv. Rubi do Cerrado were S4 = 25% humus and 75% soil (78.32 cm) and S2 = 25% cattle manure and 75% soil (75.80 cm). The best results for the dry mass of the aerial part (8.28 g plant) and the total dry mass (10.13 g plant) were obtained when using S4 with 100% available water in the soil. Passion fruit cv. Rubi do Cerrado seedlings grown in substrates containing 25% cattle manure and 25% worm humus showed better responses to water deficit, as the organic substrates promoted greater water retention. There was an influence of the different substrates and water levels on the leaf levels of macro and micronutrients and, consequently, on the nutritional status of the passion fruit seedlings cv. Rubi do Cerrado. Water deficit negatively affected primary and secondary metabolism, highlighting the sensitivity of the plants.

Keywords: Water deficit, nutritional status, organic sources, *Passiflora edulis f. flavicarpa*, seedling quality.

SUMÁRIO

RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	20
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo Geral.....	22
2.2. Objetivos Específicos	22
3. REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1. Cultura do maracujazeiro-amarelo.....	23
3.2. Substratos orgânicos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo.....	24
3.3. Déficit hídrico	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1. Local de realização da pesquisa.....	28
4.2. Delineamento experimental	30
4.3. Condução do experimento	30
4.4. Tratos culturais	33
4.5. Variáveis avaliadas	34
4.5.1. Condutividade elétrica e pH do solo e dos substratos	34
4.5.2. Status hídrico	34
4.5.3. Trocas gasosas em folhas das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado....	36
4.5.4. Determinação do estado nutricional das mudas em macronutrientes e micronutrientes.....	37
4.5.5. Compostos bioativos nas folhas das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado	37
4.5.5.1. Teores de carotenoides totais, clorofila <i>a</i> e clorofila <i>b</i>	37
4.5.5.2. Compostos fenólicos totais	37
4.5.5.3. Prolina.....	37
4.5.6. Crescimento	38
4.5.7. Fitomassa	40
4.5.8. Qualidade das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado	40
4.6. Análise estatística	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41

5.1.	pH e condutividade elétrica do solo e dos substratos	41
5.2.	Status hídrico em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado	43
5.3.	Trocas gasosas em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado	46
5.4.	Estado nutricional das mudas em macronutrientes e micronutrientes	52
5.5.	Compostos bioativos nas folhas das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado.....	60
5.6.	Crescimento	66
5.7.	Fitomassa	71
5.8.	Qualidade de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado	75
6.	CONCLUSÕES	76
7.	REFERÊNCIAS	77

1. INTRODUÇÃO

Dentre as frutíferas de expressão econômica no Brasil, o maracujazeiro-azedo tem se destacado por sua produção estimada em 711.278 t e área colhida de 45.761 hectares (IBGE, 2023). Originária da América Tropical, a cultura pertence ao gênero *Passiflora*, composto por mais de 500 espécies, das quais mais de 150 são endêmicas do Brasil (HE et al., 2024), dentre as espécies, o maracujazeiro-azedo das cascas amarelas ou roxo representa 95% dos pomares comerciais, sendo também a mais cultivada no mundo (MELETTI, 2011). Novas cultivares de maracujazeiro foram desenvolvidas, a exemplo do híbrido de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado, obtido com base no melhoramento populacional, por meio de cruzamentos utilizando acessos comerciais e silvestres (EMBRAPA, 2014).

A cultivar foi inicialmente indicada para a região do Cerrado, entretanto os trabalhos de validação realizados em todos os biomas, as regiões e as unidades federativas mostraram a ampla adaptabilidade da cultivar e seu excelente desempenho agrônômico, o que permitiu estender a indicação para todo o Brasil e também para o exterior (EMBRAPA, 2024a). A produtividade média da cultivar BRS RC, quando plantada em sistema de produção irrigado e com boas práticas agrícolas, é de 50 t.ha⁻¹ano⁻¹, entretanto a cultivar tem potencial de produtividade ainda maior em condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura (FALEIRO et al., 2019a; GONTIJO et al., 2019).

Na microrregião de Catolé do Rocha-PB, o declínio de produção de maracujazeiro-amarelona está relacionado à má produção de mudas e ao manejo inadequado da cultura, que favorece a disseminação e susceptibilidade de pragas e doenças, principalmente as lagartas (*Dione juno juno* e *Agraulis vanillae*), percevejos (*Diactor bilineatus*), abelha (*Apis mellifera*), arapuá (*Trigona spinipes*) fusariose (*Fusarium oxysporum*) e podridão do colo (*Fusarium solani*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanaceum*), vírus do endurecimento do fruto (nome científico). Assim, a cultivar Rubi do Cerrado pode ser inserido em áreas de produção localizadas no alto sertão paraibano devido a sua adaptação às condições climáticas, associada à textura dos solos, na maioria, franco arenoso, aerado e de boa permeabilidade natural, além da expressiva importância da cultura do maracujazeiro na agricultura familiar nordestina. Com isso, faz-se necessário a realização de estudos que colaborem para o conhecimento do potencial produtivo e econômico da cultivar em condições do alto sertão paraibano para produção de mudas de excelente sanidade.

Conforme é relatado pela Embrapa (2024b), a cultivar de maracujazeiro-azedo BRS Rubi do Cerrado (BRS RC) foi obtida com base no melhoramento genético convencional

utilizando-se do método da seleção recorrente e da obtenção e avaliação de híbridos inter e intraespecíficos. Trata-se de uma cultivar híbrida de maracujazeiro-azedo, derivada do cruzamento das matrizes selecionadas CPAC MJM08 e CPAC MJM06. A matriz selecionada CPAC MJM08 possui na base de cruzamentos genótipos da espécie *Passiflora edulis f. edulis* que apresentam frutos com casca roxa. Devido a essa genealogia, a cultivar BRS Rubi do Cerrado apresenta frutos com casca amarela e frutos com casca vermelha.

No cultivo de frutíferas, tem se observado o aumento na demanda por mudas de qualidade, proporcionando padronização e homogeneização dos pomares, uma vez que a produção de mudas é um dos insumos mais importantes no sucesso de implantação do pomar, pois desde que adequadamente manejadas, as mudas originam pomares produtivos e rentáveis (CESARIN et al., 2020). E a composição do substrato com presença de matéria orgânica, além de condicionar características benéficas as plantas, torna-se uma alternativa de baixo custo ao produtor (VIEIRA et al., 2023). Todavia, os estudos sobre a utilização de substratos orgânicos como insumo na produção de mudas de maracujazeiro cv Rubi do Cerrado, ainda carecem de informações científicas sobre os tipos de substratos ideais, fontes adequadas e níveis ou proporções adequadas. Do mesmo modo, fatores como o déficit hídrico podem comprometer processos fisiológicos e a qualidade das mudas maracujazeiro, pois a carência de água no solo pode restringir a abertura estomática das folhas com prejuízos severos no sistema fotossintético, principalmente em regiões onde o consumo de água da cultura é afetado pelo déficit hídrico (MULOVHEDZI et al., 2020).

Ribeiro et al. (2017) explicam que a deficiência hídrica é o fator mais limitante à obtenção de maiores produtividades ou produtos de boa qualidade e quando em excesso é prejudicial ao desenvolvimento vegetal. Por sua vez, estratégias de atenuação devem ser adotadas, a exemplo do uso das fontes orgânicas que são usadas com frequência na formulação de substratos, devido a sua contribuição nos atributos físico-químicos, além de estimular processos microbianos no solo. Consequentemente, a utilização de materiais orgânicos representa uma alternativa na redução dos custos com fertilizantes sintéticos.

Pelo exposto, observa-se que o suprimento de água e nutrientes em quantidades adequadas é essencial para a qualidade agrônômica de mudas de maracujazeiro, principalmente, na fase inicial de formação (BARROS et al., 2021). Todavia, ainda são incipientes os estudos que abordam o manejo de produção, com o foco em tecnologias alternativas que possibilitem minimizar os custos com insumos e mão-de-obra na produção de mudas de frutíferas, especialmente para o maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado em condições de alto sertão paraibano. Sabe-se que a água, além de ser uma condutora de todos os nutrientes

necessários, promove também o crescimento e desenvolvimento, e com a falta da água tem-se um desenvolvimento não satisfatório da cultura (SANTOS; PERES, 2021). Nesse sentido, o déficit hídrico é uma restrição importante e, como tal, entender os mecanismos de tolerância para o desenvolvimento de culturas tolerantes é crucial para o manejo adequado e produção nessas condições.

Hinojosa et al. (2018) explicam que as plantas, de modo geral, desenvolvem diferentes mecanismos visando evitar a perda de água, através da redução da área foliar, alteração na relação parte radicular/parte aérea que estão relacionados a processos ontogenéticos que podem contribuir para a planta escapar ou evite o estresse que está sendo imposto; estratégias fisiológicas, como a produção de substâncias bioativas, a estabilização da turgescência, o controle do fechamento estomático e o ajuste osmótico que estão relacionadas a mecanismos de tolerância à seca e as estratégias moleculares e a ativação de proteínas que atuem protetivamente ao estresse. Contudo, a literatura ainda é escassa em evidenciar o efeito de compostos bioativos que podem influenciar na adaptação do maracujazeiro-azedo cv. Rubi do Cerrado ao déficit hídrico quando submetido a fontes orgânicas de substratos.

Considerando o exposto, observa-se que a produção de mudas é a etapa principal para o sucesso do desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-azedo, estando totalmente relacionada ao desempenho final das plantas em campo, remetendo a importância de se produzir mudas de qualidade através de um manejo adequado, que atenda as exigências nutricionais e hídricas, ao mesmo tempo em que seja acessível ao produtor (SIQUEIRA et al., 2020).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência de substratos orgânicos e lâminas de água sobre as trocas gasosas, a nutrição, os compostos bioativos, o crescimento e a qualidade de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar do crescimento inicial e a qualidade das mudas de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado sob fontes orgânicas de substratos e lâminas de água.
- Mensurar o status hídrico no limbo foliar do maracujazeiro-azedo cv. Rubi do Cerrado em função de fontes orgânicas de substratos e lâminas de água;

- Determinar as trocas gasosas de plantas de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado em função de fontes orgânicas de substratos e lâminas de água;
- Verificar os efeitos da interação das fontes orgânicas e lâminas de água na nutrição mineral e na eficiência do uso da água das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado;
- Identificar o ajustamento osmótico e protetor de compostos bioativos na adaptação do maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado sob déficit hídrico em substratos com diferentes fontes orgânicas;
- Selecionar o melhor substrato e/ou substratos para a produção de mudas de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado com alto padrão de qualidade para as condições do alto sertão paraibano.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Cultura do maracujazeiro-amarelo

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás apenas da China e Índia. Juntos, esses países são responsáveis por cerca de 44,2% da produção de frutas no mundo e suas produções são destinadas, principalmente, aos seus mercados internos (MAPA, 2024). No Brasil, o maior produtor é a Bahia (IBGE, 2023). A Paraíba por sua vez fica em 13º atingindo 1.116 de ha de área colhida, 10.444 toneladas (t) de frutos produzidos e rendimento médio de 9,36 t/ha (EMBRAPA, 2021). Logo, a fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro e vem conquistando resultados expressivos, gerando oportunidades de emprego e renda, principalmente, na agricultura familiar. Atualmente, o segmento responde por 25% do valor da produção agrícola nacional (FARIAS et al., 2019). Nesse cenário promissor, o maracujazeiro se destaca por ser uma frutífera bem adaptada às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil e por possuir excelente aceitação no mercado interno, sendo o país considerado o maior produtor e consumidor de maracujá do mundo (CARVALHO NETO et al., 2023).

O maracujazeiro-amarelo tem significativa importância socioeconômica, pois oferece renda, tornando-se uma alternativa interessante para a agricultura familiar devido ao seu rápido retorno econômico e receita durante todo o ano (CAVALCANTE et al., 2019). Entretanto, um dos problemas enfrentados pelos produtores de maracujá é a dificuldade na obtenção de mudas de qualidade. Como alternativa aos problemas enfrentados, a Embrapa Cerrados desenvolveu a cultivar BRS Rubi do Cerrado que produz, aproximadamente, 50% de frutos de casca vermelha ou arroxeadas com peso de 120 a 300 g, com teor de sólidos

solúveis de 13 a 15° Brix, rendimento de suco em torno de 35% e destinado tanto para o consumo *in natura* quanto a industrialização (EMBRAPA, 2024b).

Nas condições do Distrito Federal e Mato Grosso, em função do manejo dessa cultivar, podem-se atingir produtividades superiores a 50 t/ha no primeiro ano de produção. Além disso, conforme descrito na Embrapa (2014), essa cultivar apresenta maiores níveis de resistência às principais doenças do maracujá, tais como virose, bacteriose, antracnose, verrugose e altos níveis de produtividade são características importantes de esta cultivar. A maior resistência ao transporte, espessura de polpa amarela forte, maior tempo de prateleira e bom rendimento de polpa também merecem destaque, assim como, o transporte de frutos para a indústria e para a mesa evidencia a característica de dupla aptidão de a cultivar (EMBRAPA, 2024a).

Atualmente, os avanços na cadeia produtiva do maracujazeiro são limitados por aspectos relacionados à produtividade e sustentabilidade, que estão altamente associados ao estresse hídrico, suscetibilidade a patologias e a produção de mudas de qualidade (TEIXEIRA, 2021). A necessidade por mudas de melhor qualidade está associada ao uso de novas tecnologias, que permitem em alguns casos acelerar o processo de formação e desenvolvimento das plantas em campo e uma nutrição equilibrada através da adubação que irá ajudar a manter a qualidade das mudas (SILVA et al., 2021). Assim, apesar dos avanços nas pesquisas e investimentos em novos genótipos, o canal produtivo desta fruteira ainda tem problemas que, em parte, pode estar relacionado a adequada nutrição das plantas e ao déficit hídrico, resultando em baixa produtividade. Logo, alternativas no âmbito da adubação e ao suprimento de água são importantes para a evolução da cultura, especialmente, nas condições semiáridas do alto sertão da Paraíba.

Desta forma, para a produção de mudas de alta qualidade é importante à utilização de substratos que apresentem boas propriedades físico-químicas, adequada disponibilidade de nutrientes e de retenção de água para o desenvolvimento da planta (FARIAS et al., 2019). Segundo Silva et al. (2021), a produção de mudas de qualidade é um critério que se faz essencial frente ao mercado, pois o torna mais competitivo e melhora o sistema de cultivo.

3.2. Substratos orgânicos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo

A cultura do maracujazeiro vem se expandindo nos últimos anos, porém, a média nacional de produtividade, ainda, é considerada baixa (14 t ha⁻¹) em relação à potencialidade genética da cultura que pode chegar a 50 t ha⁻¹ (EMBRAPA, 2024a). De acordo com Rosário

et al. (2022), a adubação é essencial para o maracujazeiro-azedo, pois, em condições adequadas no fornecimento de fertilizantes, pode estimular o crescimento das plantas, melhorando a nutrição das mudas que serão inseridas em campo. Além de doses adequadas, deve-se considerar o momento adequado da fertilização, a fonte de adubo que será utilizado, pois isso influencia na nutrição das plantas e na viabilidade econômica para o agricultor.

O substrato que apresente todas as características desejáveis não é fácil, por isso formular uma mistura com a finalidade de se aproximar ao máximo dos atributos pretendidos, é uma forma de contribuir com a formação das mudas (DIAS et al., 2022). O substrato fornece suporte por meio de aeração, nutrição e sustentação para que a planta se desenvolva. Usando diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro, Rangel Junior et al. (2018) observaram que os melhores resultados foram obtidos pelos substratos preparados quando comparados com o substrato comercial contendo turfa, vermiculita, casca de pinus, carvão vegetal e matéria orgânica.

Ao avaliar a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo com uso de dois substratos orgânicos, Pestana (2019) verificaram que a nutrição adequada de mudas se faz com o emprego de fertilizantes de qualidade, em doses apropriadas para cada espécie e, preferencialmente, fazendo uso de materiais que possuam mecanismos de liberação lenta de nutrientes, assegurando boa formação do sistema radicular, boa adaptação no campo e crescimento após o plantio, sem desperdícios de materiais na produção. Rego e Damasceno (2021) relatam que umas das alternativas para produção de mudas de frutíferas são os substratos orgânicos que surgem para diminuir os custos advindos da adubação mineral. Neste sentido, o uso de substratos orgânicos tem se mostrado uma alternativa viável na produção de mudas de maracujazeiro.

Considerando que os substratos constituem um dos maiores custos para a produção de mudas frutíferas, deve-se levar em consideração a utilização de materiais regionais alternativos, no caso da região em estudo, o uso de diferentes esterco, compostos orgânicos e húmus de minhoca. Por ser uma etapa fundamental no sistema de produção, torna-se necessário o conhecimento do tipo de substrato para o desenvolvimento, exigência nutricional e adubação das plantas, pois, em geral, necessitam de quantidades específicas de nutrientes e na forma adequada (SILVA et al., 2021). Por isso, o substrato utilizado para a produção de mudas deve conter nutrientes suficientes para suprir suas necessidades durante esse período, ou seja, o substrato inerte somente com a função de suporte tornar-se-á inadequado para esse tipo de gestão. Portanto, a adição de substratos alternativos, de baixo custo, acessível aos produtores e que forneçam nutrientes para o melhor crescimento e desenvolvimento destas

plantas podem ser uma opção para otimizar esta fase do processo de produção de mudas de excelente qualidade (AIRES et al., 2020).

Mesquita et al. (2020) destacam que dentre os insumos orgânicos que podem ser adotados como fonte de matéria orgânica, destaca-se o biofertilizante bovino, uma vez que, quando no solo, favorece uma série de reações químicas e biológicas, onde estas interações apresentam propriedades capazes de exercerem efeito condicionador, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico. A formação de mudas de boa qualidade envolve os processos de iniciação e formação do sistema radicular e da parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, a saber: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Conforme explicam Rego e Damasceno (2021), os adubos orgânicos, além do fornecimento de nutrientes, destacam-se por ter um papel fundamental no fornecimento de matéria orgânica para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Dias et al. (2022) avaliando a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes níveis de irrigação e formulações de substrato, verificaram que o tratamento solo + substrato proporcionou melhor resposta no crescimento das mudas de maracujazeiro-amarelo e o tratamento solo + substrato + esterco bovino apresentou como a segunda melhor formulação para produção de mudas. Para Sousa et al. (2018), o esterco bovino pode favorecer inúmeros processos microbiológicos relacionados à mineralização e nutrientes na liberação para as plantas e que a superioridade dos tratamentos com maior quantidade de esterco bovino no substrato nas características das plantas pode ser devido à sua composição.

Os resultados positivos obtidos no estudo podem ser devido à maior quantidade de nitrogênio no substrato com os teores de esterco bovino, uma vez que o teor de N por meio do insumo aumentou o crescimento das plantas. Por sua vez, os resultados obtidos por Alves et al. (2020) indicam que o uso de doses de biofertilizante, como insumo orgânico, favoreceu o acúmulo de biomassa na parte aérea de mudas de maracujazeiro-amarelo.

Ainda sobre a pesquisa, os autores destacam que a superioridade dos tratamentos que receberam doses de biofertilizante no solo, em relação às plantas que não receberam qualquer insumo orgânico, pode ser devido aos insumos orgânicos estimularem a produção de fotoassimilados que contribuem para diminuir o potencial osmótico nos tecidos celulares e elevar o ajustamento osmótico das plantas aumentando o potencial hídrico das mudas de maracujazeiro amarelo (ALVES et al., 2020). Tais estudos demonstram a eficiência do uso de substratos orgânicos na produção de mudas de maracujazeiro. Logo, o uso de diferentes fontes

orgânicas de substratos pode resultar em plantas com maior potencial vegetativo em diferentes condições, incluindo as do alto sertão paraibano.

3.3. Déficit hídrico

Embora a região Nordeste seja a maior produtora de maracujá, fatores como a variabilidade temporal e espacial das chuvas, a alta evapotranspiração e a baixa umidade relativa do ar limitam o potencial genético da cultura em condições semiáridas; pois esses fatores afetam diretamente a quantidade e a qualidade da água disponível para irrigação e, consequentemente, para o desenvolvimento da cultura (MUDO et al., 2020). Nesse sentido, Costa et al. (2024) afirmam que uma alternativa para aumentar a produção de alimentos e reduzir os impactos da agricultura no semiárido é o cultivo de espécies ou variedades que tenham potencial para múltiplas possibilidades de uso e que apresentem plasticidade genotípica e fenotípica para adaptação a diferentes ambientes de cultivo.

Depreende-se que o déficit hídrico é fator limitante nos sistemas de produção de mudas, afetando de forma direta a qualidade das plantas, na qual prejudica o crescimento no campo (FELIPPE et al., 2020). Em condições de baixa disponibilidade de água no meio de cultivo, vários processos metabólicos das plantas podem ser influenciados, a exemplo do fechamento estomático, redução da condutância estomática, redução da fotossíntese e transpiração (TAIZ et al., 2017). Tais condições podem levar ao declínio da taxa de crescimento e produção de matéria seca, e pode ainda onerar os custos de produção, inviabilizando o empreendimento. Deste modo, o suprimento de água e nutrientes em quantidades adequadas é essencial para a boa qualidade fitotécnica e sanitária das plantas, com destaque para a de formação das mudas (LIMA et al., 2019).

Os principais efeitos da deficiência hídrica sobre as plantas descritos por Li et al. (2020), estão na inibição do crescimento e redução da cobertura vegetal. Esses efeitos ocorrem, em parte, devido ao fechamento estomático, que restringe as trocas gasosas e reduzindo a taxa de assimilação de carbono (MISRA et al., 2020). Não obstante, também são observadas alterações nos teores de pigmentos fotossintéticos, carboidratos solúveis e de reserva, proteínas e aminoácidos, frequentemente, associadas à osmorregulação (PATMI et al., 2020). Ademais, o déficit hídrico favorece a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs) que podem danificar o aparato fotossintético e a integridade das membranas celulares (YANG et al., 2021).

Pesquisa realizada por García-Castro et al. (2017) apresentam os efeitos em maracujazeiros submetidos a períodos prolongados de seca, como a diminuição na taxa de

assimilação de CO₂. Estudos desenvolvidos por Teixeira et al. (2023) apontam efeito na redução na concentração de clorofilas foliar em maracujazeiros-amarelos submetidos à deficiência hídrica. Em condições de restrição hídrica, pode ocorrer um decréscimo na concentração de clorofilas e carotenoides, seja por inibição da atividade de enzimas, seja por redução na absorção de nutrientes envolvidos na biossíntese desses pigmentos. Para Mia et al. (2020), a deficiência hídrica severa ou espécies menos tolerantes provocam decréscimos na concentração de clorofila ocorrem em função da desintegração das membranas, ocasionada pelo estresse oxidativo. As raízes são os primeiros órgãos a sentir a presença de estresse hídrico e a preservação do crescimento das raízes é um indicador de tolerância ao estresse hídrico (YOUNAS et al., 2022).

Bonfim (2022) ao estudar a mitigação dos efeitos da restrição hídrica no maracujazeiro-amarelo, observou que as plantas são consideradas sensíveis ao déficit hídrico, visto que uma eventual restrição no abastecimento de água logo após o transplante das mudas afetou negativamente seus atributos biométricos essenciais, inibindo o crescimento da planta. Tal fato infere que após o plantio em local definitivo, a ocorrência de estresse hídrico pode restringir especialmente o crescimento inicial das plantas, tornando-se um fator determinante para a sua sobrevivência (SALEMI; ESFAHANI; TRAN, 2019). Mudanças morfológicas e fisiológicas também são observadas, tais como reduções na expansão celular e, na área foliar, podendo promover fechamento estomático e aumento da abscisão foliar, o que reflete em menor taxa de assimilação de CO₂ e acúmulo de fitomassa (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2019). Desta forma, a consequência final do déficit hídrico para as plantas é uma perda significativa de produtividade e rendimento, mas também em processos como absorção de nutrientes, assimilação líquida de CO₂ e eficiência do uso da radiação igualmente são afetados negativamente pelo déficit hídrico (ULLAH et al., 2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de realização da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação localizada no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, no município de Catolé do Rocha, Alto Sertão da Paraíba, no período de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024 (Figura 1).



Figura 1. Casa de vegetação no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV – Catolé do Rocha-PB.

Foram obtidas, no interior da casa de vegetação, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, com termômetro de Globo Portátil Instrutemp ITWTG-2000 às 10h00min e às 16h00min (Figura 2).

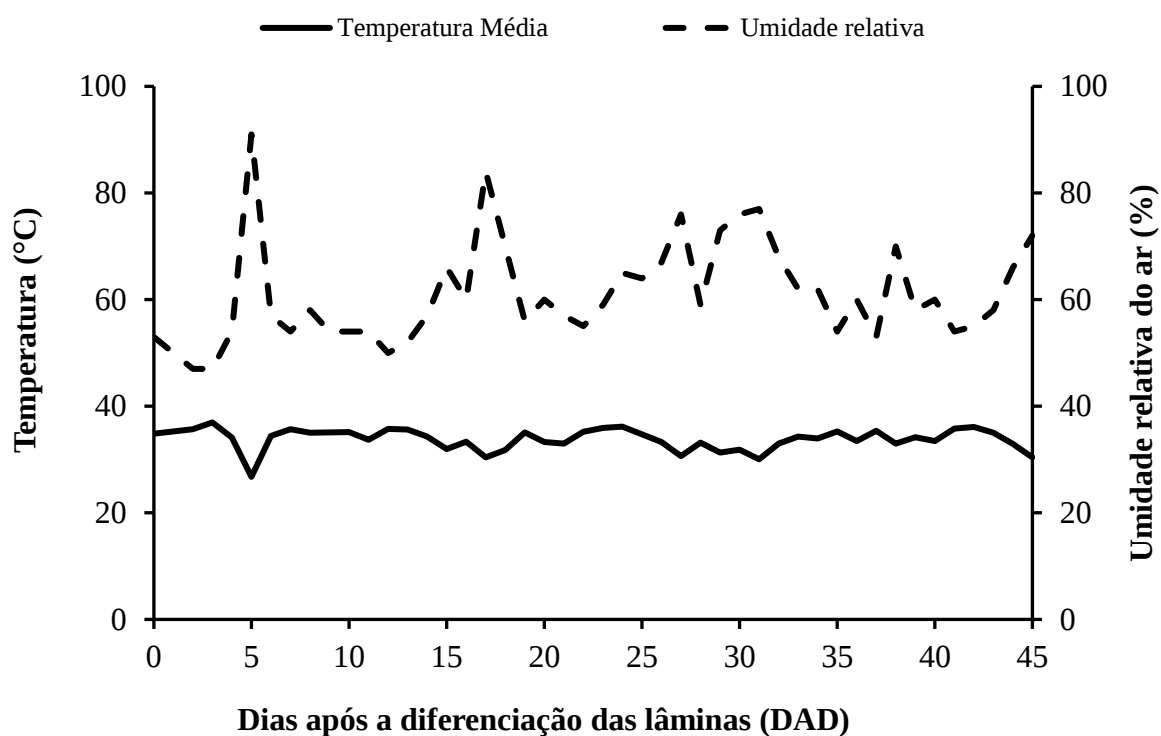


Figura 2. Valores médios da temperatura e umidade relativa do ar durante condução do experimento.

A casa de vegetação está georreferenciado pela latitude $6^{\circ} 21' 10''$ S, longitude de $37^{\circ} 43' 24''$ W. Segundo a classificação de Köopen, a região apresenta clima do tipo BSw'h', que significa semiárido quente com duas estações distintas, uma chuvosa que apresenta

precipitação irregular, com maiores ocorrências entre os meses de fevereiro a maio e outra seca (ARAÚJO et al., 2018).

4.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5×2 , correspondendo a cinco substratos orgânicos (v/v): S1= 100% solo e 0% de substrato - testemunha, S2= 75% solo e 25% esterco bovino, S3= 75% solo e 25% esterco caprino, S4= 75% solo e 25% húmus de minhoca, S5= 75% solo e 25% de composto orgânico e duas lâminas de água: L1 = 50% de água disponível no substrato (ADS) e L2 = 100% de água disponível no substrato (ADS), com seis repetições, totalizando 60 unidades experimentais.

4.3. Condução do experimento

As sementes de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado foram adquiridas na empresa AGROCINCO®. A germinação foi realizada em bandejas de 128 células e, 28 dias após a semeadura, realizou-se o transplante para sacos de polietileno com capacidade para 2 L. Os materiais orgânicos esterco bovino e húmus de minhoca foram oriundos do próprio Campus da UEPB em Catolé do Rocha. O esterco caprino foi adquirido de produtor rural da cidade de Sousa e o composto orgânico foi obtido do processo de compostagem de resíduos vegetais oriundos da poda de árvores no Laboratório de Tecnologia Agroambiental da UFCG, campus de Campina Grande-PB.

Para o preparo dos substratos utilizou-se NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico classificado conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2018), coletado a 0-20 cm. No Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, o solo (Tabela 1) e os substratos (Tabela 2) utilizados no experimento foram analisados conforme metodologia da Embrapa (2009).

Tabela 1. Caracterização do solo utilizado na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado.

Parâmetros	Tratamento
	S1 (100% solo e 0% de substrato)
N (g.kg^{-1})	0,67
P (mg.dm^{-3})	115

K^+ (mg.dm ⁻³)	273
Ca^{+2} (cmol _c .dm ⁻³)	4,2
Mg^{+2} (cmol _c .dm ⁻³)	2,22
Na^+ (cmol _c .dm ⁻³)	163
Al^{+3} (cmol _c .dm ⁻³)	0,0
$H^+ + AL^{+3}$ (cmol _c .dm ⁻³)	0,0
Fe (mg.dm ⁻³)	9,65
Zn (mg.dm ⁻³)	22,70
Cu (mg.dm ⁻³)	0,90
Mn (mg.dm ⁻³)	33,00
MO (g.dm ⁻³)	18,89
pH (em água 1:2,5)	7,5
V (%)	100
CTC Efetiva (cmol _c .dm ⁻³)	7,83
SB (cmol _c .dm ⁻³)	5,85
SAI (%)	0,00
SNa (%)	9,06
CE (dS.m ⁻¹)	0,13
Dg (kg.dm ⁻³)	1,41

Granulometria (g.kg⁻¹)

Areia	Silte	Argila	Classificação textural
786	194	20	Franco-arenosa

MO = Matéria orgânica; V = Saturação por base [$V = (SB/CTC) \times 100$]; CTC = Capacidade de troca catiônica [$CTC = SB (Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+)$]; SB = Soma de bases ($SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$); SAI = Saturação por alumínio; SNa = Saturação por sódio; CE = Condutividade elétrica; Dg = Densidade global.

Tabela 2. Caracterização dos substratos orgânicos utilizados na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado: esterco bovino (S2); esterco caprino (S3); húmus de minhoca (S4) e composto orgânico (S5).

Parâmetros	Tratamentos			
	S2	S3	S4	S5
N (%)	0,76	2,61	0,42	0,81
P (g.kg ⁻¹)	3,83	6,50	2,18	1,77
K (g.kg ⁻¹)	2,02	22,18	1,69	2,58
Ca (g.kg ⁻¹)	1,74	3,94	5,11	18,46
Mg (g.kg ⁻¹)	0,15	2,47	1,85	3,75

Na (g.kg ⁻¹)	0,87	5,20	0,67	1,07
Zn (mg.kg ⁻¹)	58	62	42	55
Cu (mg.kg ⁻¹)	18	27	11	15
Fe (mg.kg ⁻¹)	267	215	318	195
Mn (mg.kg ⁻¹)	192	17	262	120
pH (H ₂ O)	5,35	7,90	5,80	6,70
Umidade (%)	20,64	52,00	16,50	37,66
CO (%)	4,45	14,35	2,58	8,08
CTC (cmol _c .dm ⁻³)	64,02	136,83	43,02	58,69
C/N	5,85	5,50	6,14	9,93
CTC/CO	14,39	9,53	16,67	7,30

CO = Carbono orgânico; CTC = Capacidade de troca catiônica; C/N = Relação carbono / nitrogênio; CTC/CO = Relação capacidade de troca catiônica / carbono orgânico.

Á água utilizada no experimento, oriunda do sistema de abastecimento da cidade de Catolé do Rocha, também foi analisada no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados da avaliação da qualidade da água utilizada para irrigação das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado.

Parâmetros	Água de irrigação
pH	6,0
Ca (mmol _c /L)	1,02
Mg (mmol _c /L)	0,37
Na (mmol _c /L)	1,03
K (mmol _c /L)	0,12
Cl (mmol _c /L)	0,98
CE (dS.m ⁻¹)	0,31
RAS°	1,10
HCO ₃ ²⁻ (mmol _c /L)	1,63
CO ₃ ²⁻ (mmol _c /L)	0,00
SO ₄ ²⁻ (mmol _c /L)	0,01
Classe da água	C1S2T1

CE = Condutividade elétrica; RAS° = Relação de adsorção de sódio; HCO₃ = Bicarbonato; CO₃²⁻ = Carbonato; SO₄²⁻ = Sulfato; C1S2T1 = água de baixa salinidade, apresentando médio risco de causar problemas de infiltração em solos e com baixos teores de sódio e cloreto. Sem restrições de uso para irrigação de qualquer cultura, sob qualquer sistema de aplicação da água.

As irrigações foram realizadas diariamente e os volumes de água foram determinados de acordo com a necessidade hídrica das plantas, via lisimetria de drenagem, conforme metodologia adaptada de Ramos et al. (2021) disposta na Equação 1:

$$VI = Va - Vd \quad (1)$$

Em que:

VI: volume de água a ser aplicado no próximo evento de irrigação, mL;

Va: volume de água a ser aplicado no evento anterior, mL;

Vd: volume de água drenado no evento de irrigação anterior, mL.

A partir do valor calculado, determinou-se a lâmina correspondente a 50% de água disponível no solo (ADS). A temperatura do solo na superfície e nas profundidades de 5 e 10 cm, conforme apresentado na Figura 3, foi medida pela manhã e à tarde em cada quadrante do caule de uma planta de cada tratamento com auxílio de um termômetro digital, marca Incoterm.

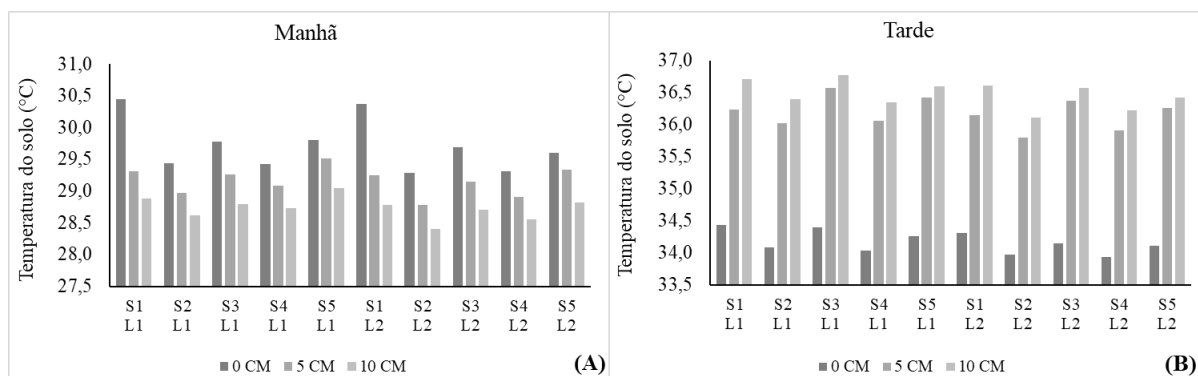


Figura 3. Temperatura média do solo na superfície e nas profundidades de 5 e 10 cm durante condução do experimento no período da manhã (A) e tarde (B).

4.4. Tratos culturais

Quando da incidência de insetos-pragas, foi aplicada calda de vinagre de maçã a 1% para controle da mosca minadora das folhas (*Phyllocnistis citrella*). Também foram distribuídas armadilhas adesivas do tipo atrativas (Figura 4). Durante o período de condução do experimento, o controle de plantas espontâneas nos sacos foi realizado manualmente pelo arranquio.



Figura 4. Controle agroecológico de insetos-praga nas mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado durante condução do experimento.

4.5. Variáveis avaliadas

4.5.1. Condutividade elétrica e pH do solo e dos substratos

Ao final do experimento (45 DAT), foi retirado o substrato e coletadas amostras simples para determinação da condutividade elétrica em condutivímetro de bancada, conforme Souza et al. (2013). Do mesmo modo, mediu-se o pH do solo e dos substratos em pHmetro de bancada.

4.5.2. Status hídrico

Aos 45 DAT, determinou-se o conteúdo relativo de água (CRA) conforme a metodologia de Weatherley (1950). Para isso, retiraram-se cinco discos foliares de 9 mm que foram previamente coletados de folhas localizadas no terço superior de cada uma das plantas. Os discos foliares foram pesados imediatamente para evitar perdas de umidade, obtendo-se os valores de peso fresco do disco (PFD). Em seguida, as amostras foram depositadas em sacos plásticos, imersas em água destilada e acondicionadas por 24 h. Após este período e retirando o excesso de água com papel toalha, obteve-se para cada amostra o peso túrgido dos discos (PTD), as quais foram levadas à estufa (temperatura $\approx 65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, até peso constante) para obtenção do peso seco do disco (PSD). Para determinação do CRA, foi utilizado a Equação 2:

$$CRA = \frac{PFD - PSD}{PTD - PSD} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

CRA: conteúdo relativo de água (%);

PFD: peso fresco do disco (g por planta);

PTD: peso túrgido do disco (g por planta);

PSD: peso seco do disco (g por planta).

A perda de turgescência das folhas (PTF) foi determinada seguindo a metodologia de Calbo e Ferreira (2011), conforme Equação 3:

$$Perd.T = \frac{(PTD - PFD) \times 100}{PTD} \quad (3)$$

Em que:

PTF: Perda de turgência das folhas (%);

PTD: Peso túrgido do disco, (g por planta);

PFD: Peso fresco do disco, (g por planta).

Adotou-se a metodologia de Barros (2020) para calcular o teor de umidade foliar (TUF), conforme Equação 4:

$$TUF = \frac{(PFD - PSD)}{PFD} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

TUF: teor de umidade foliar (%);

PFD: Peso fresco do disco, (g por planta);

PSD: Peso seco do disco; (g por planta).

Para a determinação do extravasamento de eletrólitos (%EE) do limbo foliar, foram coletados, aos 45 DAT, cinco discos foliares da terceira folha completamente expandida e, posteriormente, inseridas em um Erlenmeyer contendo 50 mL de água destilada, fechados com papel alumínio. Logo em seguida, as amostras foram submetidas à temperatura de 25 °C por 90 min, na qual foi aferida a condutividade elétrica inicial (CEi). Em seguida, as amostras foram submetidas à temperatura de 90 °C, por 90 min, em estufa de ventilação forçada, e após resfriamento foi aferida a condutividade elétrica final (CEf) com um condutivímetro de

bancada. Desta forma, determinou-se o extravasamento de eletrólitos (EE%) utilizando a metodologia de Scotti-Campos et al. (2013), consoante a Equação 5:

$$\%EE = \frac{CEi}{CEf} \times 100 \quad (5)$$

Em que:

% EE: extravasamento de eletrólitos (%);

CEi: condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹);

CEf: condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

4.5.3. Trocas gasosas em folhas das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado

Para determinação das trocas gasosas nas plantas aos 45 DAT (Figura 5), foi utilizado um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro - SD, da ADC Bioscientific, UK), em que foram mensurados a condutância estomática - *gs* (mol H₂O m⁻² s⁻¹), a transpiração - *E* (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), a taxa assimilação de CO₂ - *A* (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e a concentração interna de CO₂ - *Ci* (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹). A partir dos dados obtidos, estimou-se a eficiência instantânea no uso da água - *EiUA* (*A/E*) [(μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea de carboxilação - *EiCi* (*A/Ci*) [(μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)⁻¹].



Figura 5. Análise das trocas gasosas das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado durante experimento.

4.5.4. Determinação do estado nutricional das mudas em macronutrientes e micronutrientes

Os procedimentos adotados para determinação dos macronutrientes e micronutrientes foliares foram baseados na metodologia da Embrapa (2009) e realizados no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN. Inicialmente, as folhas foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar a 65 °C, durante 24 h. Após a secagem, foram moídas em moinho de facas e encaminhadas para análise do estado nutricional. Para N, foi realizada a digestão sulfúrica (H_2SO_4 e H_2O_2). A solubilização das amostras para os demais nutrientes foi realizada via úmida, com a utilização de ácido clorídrico a 1 mol L⁻¹. O N foi determinado pelo método de semi-micro Kjeldahl; P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do azul de molibdênio; K, por espectrometria de chama de emissão. Já Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Zn e Mn foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica.

4.5.5. Compostos bioativos nas folhas das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado

4.5.5.1. Teores de carotenoides totais, clorofila *a* e clorofila *b*

Amostras de folhas do maracujazeiro foram coletadas, extraíndo discos foliares com área de 1,54 cm² da terceira folha completamente expandida a partir da gema apical. Posteriormente, foram levadas ao laboratório para análise dos pigmentos fotossintéticos, conforme metodologia de Arnon (1949). Em substância composta por 7 ml de acetona diluído a 70% e com auxílio de um espectrofotômetro, foram realizadas as leituras dos teores dos pigmentos fotossintéticos clorofila *a* e *b*, e carotenoides nos respectivos comprimentos de onda de absorbância de 470, 647 e 663 nm.

4.5.5.2. Compostos fenólicos totais

Determinaram-se pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Waterhouse (2006), utilizando o ácido gálico como padrão e leitura em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g).

4.5.5.3. Prolina

A determinação de prolina foi pelo método de Troll e Lindsley (1955) modificado por Rena e Masciotti (1976), o qual utiliza reação do aminoácido com solução ácida de ninhídrina e determinação fotométrica a 515 nm. A quantidade de prolina foi calculada em micromol de prolina por grama de matéria seca de folha.

4.5.6. Crescimento

O crescimento das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado foi mensurado aos 45 dias após o transplantio (DAT) pelo diâmetro de caule (DC), altura de plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento radicular (CR) e volume de raiz (VR), conforme verifica-se na Figura 6. A AP (cm) foi medida tomando-se como referência a distância do colo da planta à inserção do meristema apical auxílio de uma régua graduada O DC (mm) foi medido a 2 cm do colo da planta, o NF foi avaliado por meio de contagem, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta. Por sua vez, a área foliar foi determinada de acordo com Cavalcante et al. (2002), utilizando-se a Equação 6:

$$AF = F * C * L \quad (6)$$

Em que:

AF: área foliar (cm²);

F: Fator de correção (0,70)

C: comprimento da folha (cm);

L: largura da folha (cm);



Figura 6. Análise de crescimento de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado durante experimento.

Determinou-se o comprimento da raiz principal (CRP) em cm, usando uma régua graduada e para determinação do volume de raiz (VR), em cm³, utilizou-se uma proveta de 1 L contendo um volume de água preestabelecido para determinação do volume da raiz. Para a determinação das taxas de crescimento absoluto (TCA) e das taxas de crescimento relativo (TCR) do caule e da altura, as plantas foram avaliadas aos 15 e 45 DAT. Seguindo a metodologia de Benincasa (2003), avaliaram-se a taxa de crescimento absoluto (TCA_{dc}) e relativo em diâmetro (TCR_{dc}), além da taxa de crescimento absoluto (TCA_{ap}) e crescimento relativo em altura (TCR_{ap}), conforme as Equações 7, 8, 9 e 10:

$$TCA_{dc} = \frac{(SD_2 - SD_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (7)$$

$$TCR_{dc} = \frac{(\ln SD_2 - \ln SD_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (8)$$

Em que:

TCR_{dc} – Taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule, mm d⁻¹;

SD₁ – diâmetro do caule, mm, no tempo (T₁);

SD₂ – diâmetro do caule, mm, no tempo (T₂);

TCR_{dc} – Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule, mm mm⁻¹ dia⁻¹, e

ln – logaritmo natural.

$$TCA_{ap} = \frac{(SAp_2 - SAp_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (9)$$

$$TCR_{ap} = \frac{(\ln SAp_2 - \ln SAp_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (10)$$

Em que:

TCR_{dc} – Taxa absoluta de crescimento em altura das plantas, cm d⁻¹;

Ap₁ – Altura da planta, cm, no tempo (T₁);

Ap₂ – Altura da planta, cm, no tempo (T₂);

CR_{dc} – Taxa de crescimento relativo em altura das plantas, cm cm⁻¹ dia⁻¹, e

ln – logaritmo natural.

4.5.7. Fitomassa

A determinação da fitomassa das mudas de maracujazeiro-amarelo foi avaliada aos 45 DAT, através da massa seca das folhas (MSF), do caule (MSC) e da raiz (MSR). Para tanto, as plantas foram cortadas rente à superfície do solo e separadas em folhas, caule e raiz, conforme pode ser observado na Figura 7. Durante a avaliação, cada parte da planta, foi acondicionada em sacos de papel previamente identificados e levados à estufa de circulação de ar à 65 °C por 24 h, até atingir massa constante. Em seguida, pesou-se o material em balança de precisão de 0,001 g, para obter as MSF, MSC e MSR, ambos expressos em g por planta. Por sua vez, o somatório destes parâmetros resultou na massa seca total (MST). A partir dos dados de MSC + MSF determinou-se a massa seca da parte aérea (MSPA) (g por planta). Já a relação raiz/parte aérea (RR/PA) foi obtida através da razão entre a MSR e a MSPA, conforme recomendação de Barbosa e Lima (2010).



Figura 7. Análise da fitomassa das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado durante experimento.

4.5.8. Qualidade das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado

Seguindo a metodologia de Dickson, Leaf e Hosner (1960), a qualidade das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado foi avaliada através do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) utilizando-se os dados de AP, DC, MST, MSPA e MSR, conforme Equação 11.

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{AP}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)} \quad (11)$$

Em que:

IQD: índice de qualidade de Dickson;

AP: altura de plantas (cm);

DC: diâmetro do caule (mm);

MST: massa seca total (g por planta);

MSPA: massa seca da parte aérea (g por planta);

MSR: massa seca de raiz (g por planta).

4.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição de Shapiro-Wilk ao nível de 0,05 de probabilidade e, posteriormente, submeteram-se os dados à análise de variância pelo teste F à 5% de probabilidade. As médias referentes as lâminas de água foram comparadas pelo teste F ($p \leq 0,05$), que é conclusivo para dois fatores de uma fonte de variação, enquanto as médias referentes aos substratos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para análise dos dados utilizou-se o software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. pH e condutividade elétrica do solo e dos substratos

Verificou-se efeito isolado dos fatores para o pH da solução do substrato, em que a L2 (100%ADS) e o S4 apresentaram maior média, diferindo das demais (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente ao pH e a condutividade elétrica (CE) do solo e dos substratos em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água.

Fonte de variação	Quadrados médios		
	GL	pH	CE
Substratos	4	0.322222**	0.56200**
Lâminas	1	0.693375**	0.11354**
Sub × Lâm	4	0.056888 ^{ns}	0.00865**
Resíduo	50	0.06865	0.00020
CV%		3,57	4,87

GL = graus de liberdade; ns; **, *, respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$; CV = coeficiente de variação.

O pH, como o observado na Figura 8, pode ser classificado como solo alcalino ($pH > 7$). De acordo com Malavolta (1980), a faixa ideal de pH para a maioria das culturas varia de 6,0 a 7,0, uma vez que nessa condição de pH, os elementos essenciais no complexo de troca

externa do solo encontram-se disponíveis na solução solo em proporções adequadas para o bom rendimento das culturas.

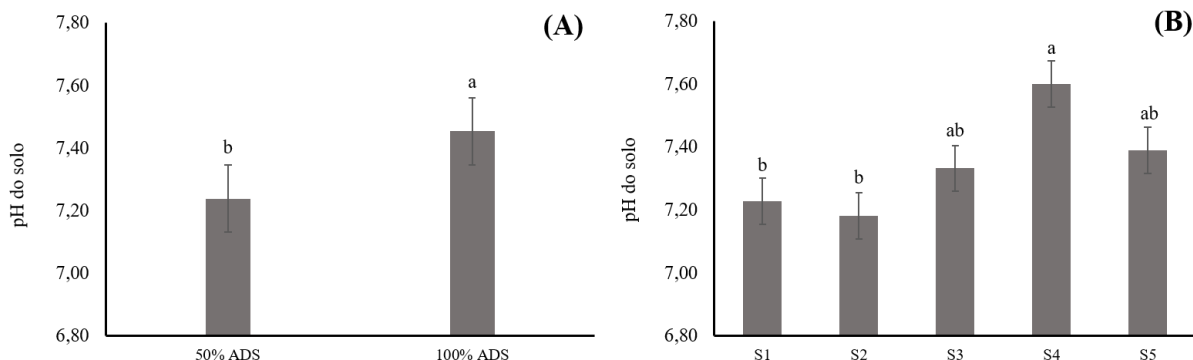


Figura 8. Valores de pH do substrato cultivado com mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Especificamente, para a cultura do maracujazeiro-amarelo, Faleiro e Junqueira (2016) explicam que a faixa de pH adequada para a produção de mudas de maracujazeiro varia de 5 a 6. Silva (2021) avaliando mudas de maracujazeiro produzidas em recipientes com diferentes volumes e composições de substratos, observou que os resultados do pH foram: solo = 5,8; solo + adubo = 5,1; solo + esterco ovino (1:1) = 6,8; solo + esterco ovino (2:1) = 6,9; solo + cama aviária (1:1) = 7,8; solo + cama aviária (2:1) = 7,7, sendo os últimos superiores ao pH dos substratos utilizados para este estudo.

Resultados superiores ao desta pesquisa foram obtidos por Corlet (2022) ao estudar substratos orgânicos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, observou que os maiores valores de pH foram de 8,2 e 8,0 nos substratos S13= 50% solo, 25% húmus de minhoca, 25% areia e S16= 25% solo, 25% areia, 50% húmus de minhoca. Por sua vez, a condutividade elétrica do solo apresentou interação significativa para os fatores estudados, conforme pode ser verificado na Figura 9.

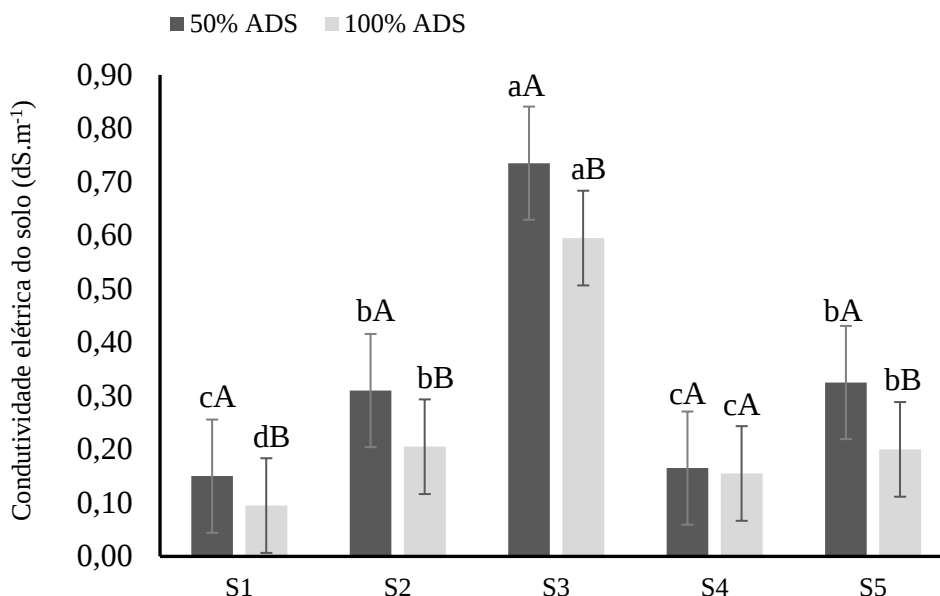


Figura 9. Condutividade elétrica do substrato com mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si para as lâminas dentro de cada substrato orgânico a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula não difere entre si para os substratos orgânicos dentro de cada lâmina à 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Desta forma, observa-se que o S3 na L1 (50%ADS) apresentou maior CE (0,74 dS.m⁻¹). De acordo Antunes et al. (2022), a CE indica a concentração de sais presentes na solução do solo e pode fornecer uma estimativa da salinidade presente nos substratos. Segundo Minami e Salvador (2010), são considerados valores CE superiores a 3,4 dS m⁻¹ muito alta, valores de 2,25 a 3,39 dS m⁻¹ são altos, valores de 1,8 a 2,24 dS m⁻¹ são ligeiramente altos, valores de 0,5 a 1,79 dS m⁻¹ são moderados, os valores entre 0,15 e 0,49 dS m⁻¹ são baixos e os valores abaixo de 0,14 dS m⁻¹ são considerados muito baixo. Sendo assim, os substratos S1, S2, S4 e S5 apresentam baixa CE e o S3 moderada CE. Destaca-se que o maracujazeiro é muito sensível à salinidade, devido aos efeitos negativos na germinação e na formação inicial das mudas por poder inibir o crescimento e, consequentemente, o estabelecimento da cultura no campo.

5.2. Status hídrico em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado

Quando se avaliou o conteúdo relativo de água (CRA), não se observou diferença significativa ($p > 0,05$) para os fatores estudados na produção de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado. Sendo assim, os efeitos dos substratos e das lâminas de água para o CRA são semelhantes e os tratamentos não influenciaram a variável. Para a perda de turgescência foi observado resposta a interação entre as fontes de variação, enquanto o teor de umidade

foliar e o extravasamento de eletrólitos responderam ao fator substrato orgânico de forma isolada (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente ao conteúdo relativo de água (CRA), teor de umidade foliar (TUF), perda de turgência (PT) e extravasamento de eletrólitos (EE) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		CRA	TUF	PT	EE
Substratos	4	57.006 ^{ns}	122.86 ^{**}	38.419 ^{**}	348.038 ^{**}
Lâminas	1	87.808 ^{ns}	8.223 ^{ns}	348.3408 ^{**}	422.579 ^{**}
Sub × Lâm	4	100.457 ^{ns}	0.770 ^{ns}	16.965 ^{**}	51.172 ^{**}
Resíduo	50	44.612	2.598	3.378	1.7841
CV%		11,26	2,41	5,73	5,61

GL = graus de liberdade; ns, **, * respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$; CV = coeficiente de variação.

O substrato S3 apresentou menor teor de umidade foliar (62,26%), diferindo dos demais e, os maiores valores foram obtidos nos S2 (69,82%) e S4 (69,99%), que não apresentaram diferença estatística entre si, resultando em um déficit médio de saturação hídrica de 30% (Figura 10). Jales (2023) observou em sua pesquisa sobre status hídrico no crescimento do maracujazeiro sob adubação, que o teor relativo de água médio foi de 71%, o que representou um déficit de saturação hídrica de 29%. Taiz et al. (2017) explicam que as folhas, quando não estão bem hidratadas, o seu potencial hídrico é irrisório, havendo uma diminuição do turgor das células-guardas e o fechamento parcial dos estômatos, podendo comprometer o desempenho das mudas.

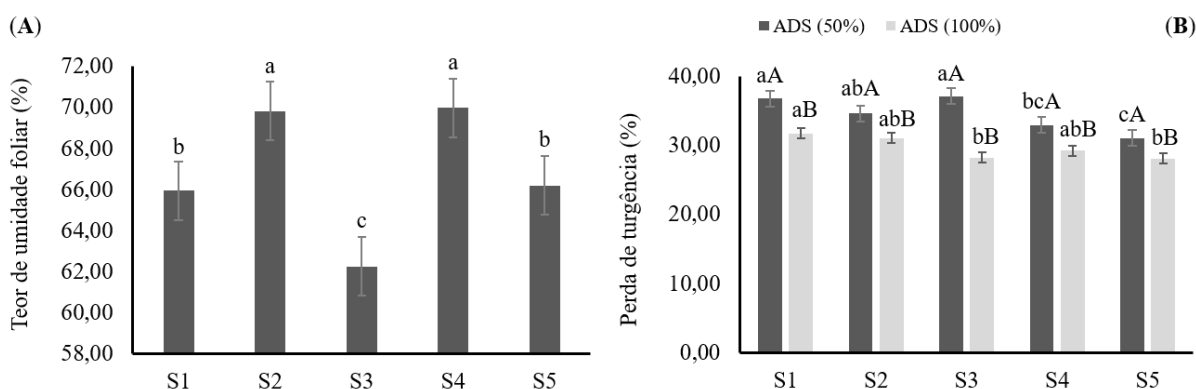


Figura 10. Teor de umidade foliar (A) e perda de turgência (B) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Observou-se que as mudas submetidas à L1 (50%ADS) produzidas a partir da aplicação dos substratos S1 e S3 apresentaram maior perda de turgência, 36,74% e 37,10%, respectivamente, diferindo das demais. Já para a L2 (100%ADS), verificou-se menor perda de turgescência. Alguns fatores como altas temperaturas (Figura 2), podem ter contribuído para o aumento da evaporação da água das folhas, o que pode levar a uma maior perda de turgescência.

Conforme consta na Figura 11, o efeito combinado dos dois fatores impacta diretamente na porcentagem de extravasamento de eletrólitos. Para tanto, verificou-se que a maior porcentagem de %EE (36,69%) foi verificada ao submeter às mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado a lâmina de água de 50% da ADS, utilizando o S3, sendo ele estatisticamente diferente dos demais. Assim, o aumento na porcentagem de %EE pode estar relacionada com a estabilidade e integridade da membrana celular. Por isso, os melhores resultados na produção de mudas dependem de um ajuste adequado entre a escolha do substrato e o manejo da água.

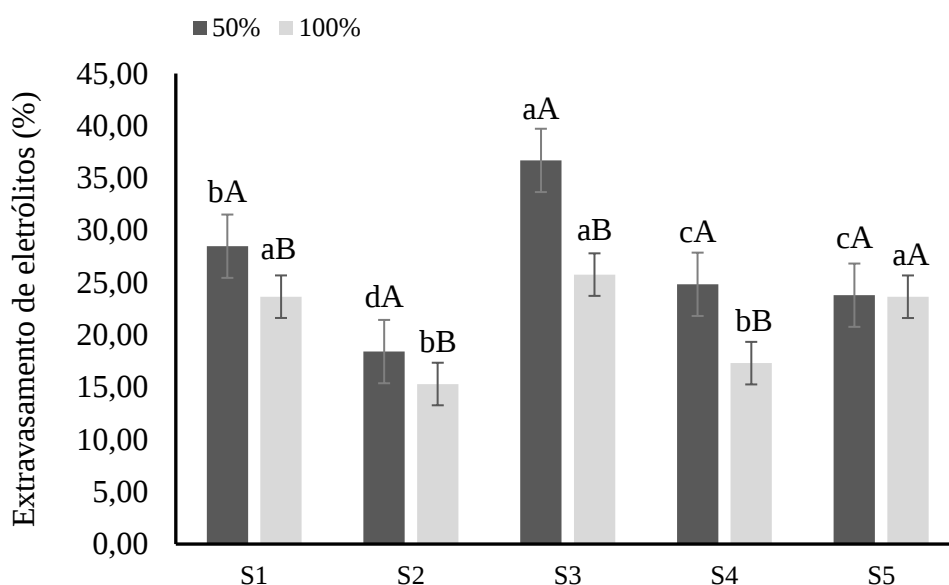


Figura 11. Extravasamento de eletrólitos em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Wanderley et al. (2020) observaram no maracujazeiro-amarelo submetido à irrigação com água salina e adubação nitrogenada, que a CEa de 3,1 dS m⁻¹ resultou no incremento de 24,65% no conteúdo de extravasamento de eletrólitos quando comparado ao nível salino de 0,3 dS m⁻¹. A quantidade de água fornecida e a adubação influenciam no desenvolvimento geral das mudas. Isso pode ser atribuído à desestabilização das membranas, que reduz a

turgescência celular e, como consequência, pode interferir nos processos fotossintéticos (PINHEIRO, 2022).

5.3. Trocas gasosas em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado

Para as variáveis de trocas gasosas (Tabela 6), a condutância estomática, a transpiração foliar, a concentração interna de CO₂ e a eficiência instantânea de carboxilação responderam ao efeito da interação das fontes de variação de forma significativa pelo teste F ($p \leq 0,01$) isoladamente para os fatores estudados. Houve interação significativa para a taxa de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea no uso da água.

Tabela 6. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente à condutância estomática (*gs*), transpiração foliar (*E*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), concentração interna de CO₂ (*Ci*), eficiência instantânea de carboxilação (*EiCi*) e eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>Ci</i>	<i>EiCi</i>	<i>EiUA</i>
Substratos	4	3290.95 ^{ns}	2.154 ^{ns}	150.290 ^{**}	42273.56 ^{**}	0.00085 ^{**}	0.01228 ^{**}
Lâminas	1	69496.06 ^{**}	24.80 ^{**}	69.89 ^{**}	6020.01 [*]	0.00052 ^{**}	0.00393 ^{**}
Sub × Lâm	4	2854.60 ^{ns}	1.287 ^{ns}	0.282 ^{**}	936.76 ^{ns}	0.00006 ^{ns}	0.00010 [*]
Resíduo	50	2843.82	1.102	0.0530	1033.55	0.00003	0.00003
CV%		46,24	34,42	2,77	13,53	17,22	6,96

GL = graus de liberdade; ns; **, *, respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$; CV = coeficiente de variação.

Verifica-se na Figura 12, que as plantas irrigadas com 50%ADS apresentaram menor média (81,30 mol m² s⁻¹) em comparação com aquelas irrigadas com 100% de água disponível no substrato (149,37 mol m²s⁻¹) para a *gs*. Em geral, plantas sob déficit hídrico têm uma menor *gs*, tendo em vista que há uma limitação hídrica no substrato e como forma de se ajustar ao meio que têm uma menor disponibilidade de água para realização das funções metabólicas e isso faz com que elas fechem os estômatos. Desta forma, a condutância estomática alta pode indicar que os estômatos estavam abertos nas mudas irrigadas com 100%ADS, facilitando a entrada de CO₂ para a fotossíntese e a saída de vapor d'água. Taiz et al. (2017) explicam que a alta temperatura pode afetar a condutância estomática, uma vez que em temperaturas mais elevadas, geralmente, se observa uma maior taxa de transpiração e, portanto, uma maior condutância estomática.

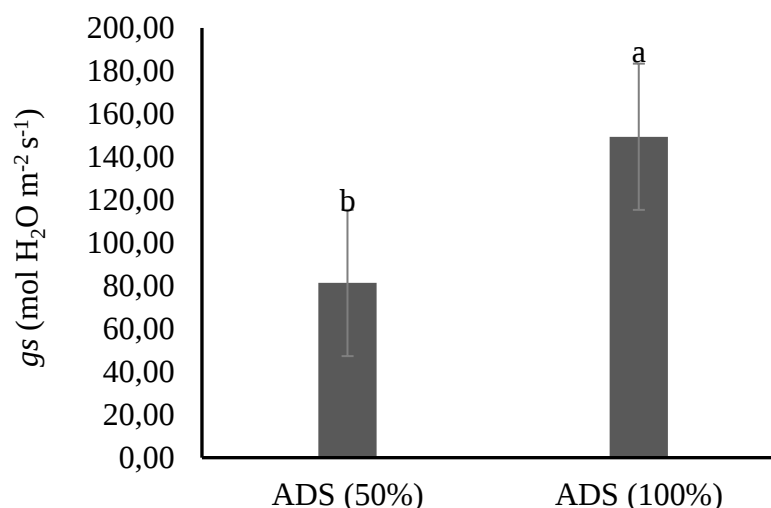


Figura 12. g_s de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com Arif et al. (2020) e Figueiredo et al. (2020), a redução da condutância estomática é um mecanismo de proteção para evitar a perda de água por meio da transpiração, mas também restringe a capacidade da planta de absorver água. De acordo com Souza et al. (2018), as plantas, em resposta às condições ambientais extremas, desenvolvem muitos sistemas adaptativos, incluindo processos celulares, fisiológicos e metabólicos que funcionam como os principais mecanismos de defesa contra o estresse hídrico, garantindo assim sua aclimação e sobrevivência.

Assim como foi observada para a condutância estomática, a transpiração foliar das mudas das maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado foi significativa afetada pelas lâminas de água, uma vez que a transpiração é proporcional à condutância estomática e/ou vice-versa (Figura 13). Santos et al. (2019) observaram que as maiores trocas gasosas em mudas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) foram produzidas no substrato com adição de matéria orgânica, provavelmente devido ao incremento de nutrientes essenciais na composição química da cama de frango. Souto et al. (2024) observaram que a transpiração foliar do maracujazeiro-amarelo cv. BRS GA1 irrigado com 70% da ET_c apresentou um valor médio de $4,21 \text{ mmol } H_2O \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, valor superior ao observado para as lâminas L1 ($2,41 \text{ mmol } H_2O \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e L2 ($3,69 \text{ mmol } H_2O \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

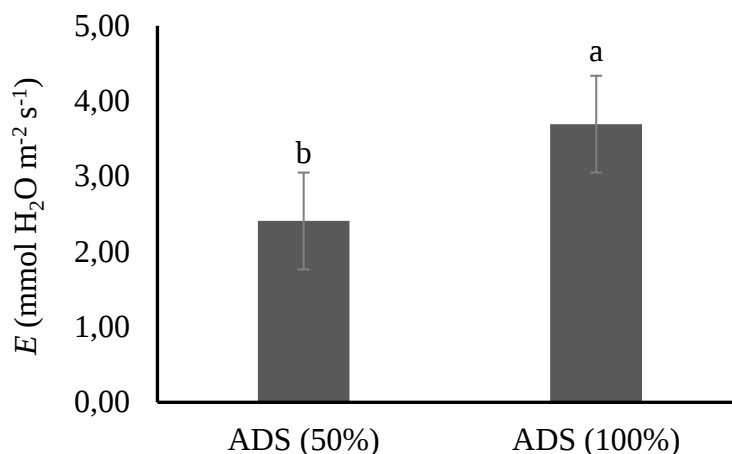


Figura 13. E de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

Constata-se na Figura 14 que a aplicação de 50% da ADS reduziu a taxa de assimilação das mudas, principalmente, nos tratamentos com o substrato contendo esterco caprino, que apresentaram as menores taxas ($2,57 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$). Por sua vez, a produção de mudas, com a aplicação de 100% da lâmina de água e o uso do S4 resultou em maior taxa de assimilação de CO_2 . ($12,98 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$).

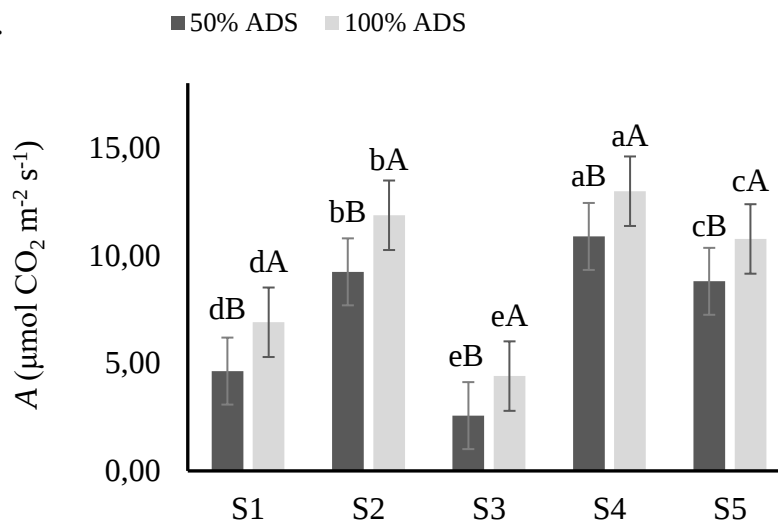


Figura 14. A em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Zörb, Geilfus e Dietz (2019) relatam que as reduções na condutância estomática limitam a entrada de CO_2 nas células, aumentando potencialmente a suscetibilidade a danos fotoquímicos. Além disso, Galeano et al. (2023) explicam que o suprimento de água inadequado ao maracujazeiro é um dos mais fatores limitantes para a produção e, em geral, segundo Cavalcante et al. (2020), as plantas sob condições de déficit hídrico reduzem seus processos fisiológicos, limitando a assimilação de carbono, resultando em baixos rendimentos.

Pelo observado, verifica-se que os substratos orgânicos esterco bovino e húmus desempenham um papel crucial na produção de mudas de maracujazeiro-azedo, ajudando a mitigar os efeitos da falta de água, uma vez que eles auxiliam na retenção de água, melhorando a estrutura do solo/substrato, aumentando sua porosidade, conseqüentemente, melhoram a aeração e facilitam a infiltração da água. Guedes et al. (2023) verificaram que a aplicação de Codasal™ e a mistura Codasal™ + Aminoagro Raiz™ resultaram em aumento da taxa de assimilação de CO_2 em mudas de maracujazeiro-azedo.

Para a concentração interna de CO_2 , verifica-se pela Figura 15 diferença significativa para os substratos, com destaque para S4, pois ao compará-lo com os demais substratos, nota-se que as mudas apresentaram maior concentração interna de CO_2 ($313,92 \mu\text{mol mol}^{-1}$), diferindo das demais. Por sua vez, as mudas produzidas nos S1 ($196,42 \mu\text{mol mol}^{-1}$) e S3 ($165,92 \mu\text{mol mol}^{-1}$) apresentaram menor concentração interna de CO_2 não sendo possível observar diferença significativa entre elas.

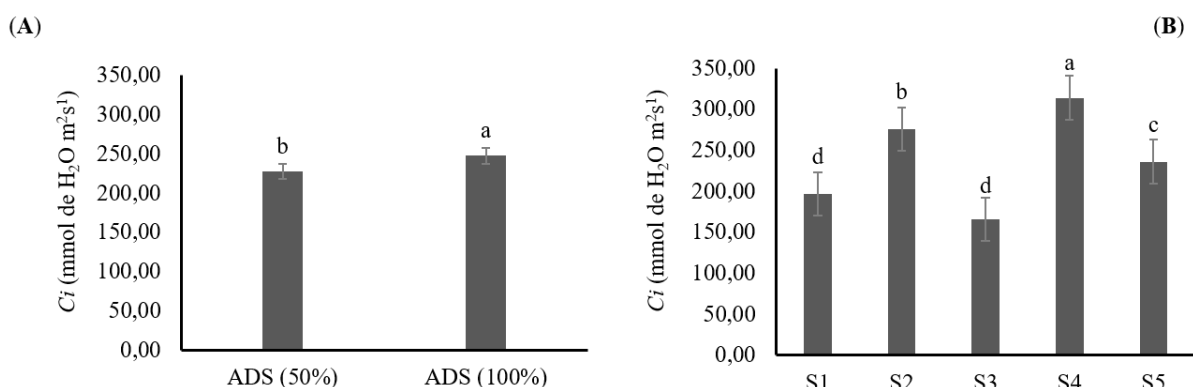


Figura 15. C_i em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A concentração interna de CO_2 nas folhas pode ser influenciada pela abertura dos estômatos. Cabrera et al. (2021) explicam que o aumento da concentração interna de CO_2 está associada à condutância estomática, pois as plantas podem capturar mais CO_2 atmosférico. Leal et al. (2021) relatam que o aumento na condutância estomática é associado a um maior influxo de CO_2 no mesofilo da folha, aumento da transpiração e, conseqüentemente, elevação da fotossíntese líquida. Desta forma, com menos água disponível, a planta pode ter uma menor taxa de fotossíntese e uma maior concentração de CO_2 no interior das folhas. Assim, os estômatos podem abrir mais para permitir a entrada de mais CO_2 , compensando a fotossíntese reduzida, levando a uma condutância estomática mais alta (TAIZ et al., 2017).

É possível observar que por apresentar maior capacidade de retenção de água, os S2, S4 e S5 na lâmina de água L2, apresentaram maior $EiCi$, não sendo observada diferença entre eles (Figura 16). Iñiguez, Galmés e Gordillo (2019) descrevem que, com o aumento da transpiração e da condutância estomática, há uma maior entrada de CO_2 , podendo resultar em maior carboxilação.

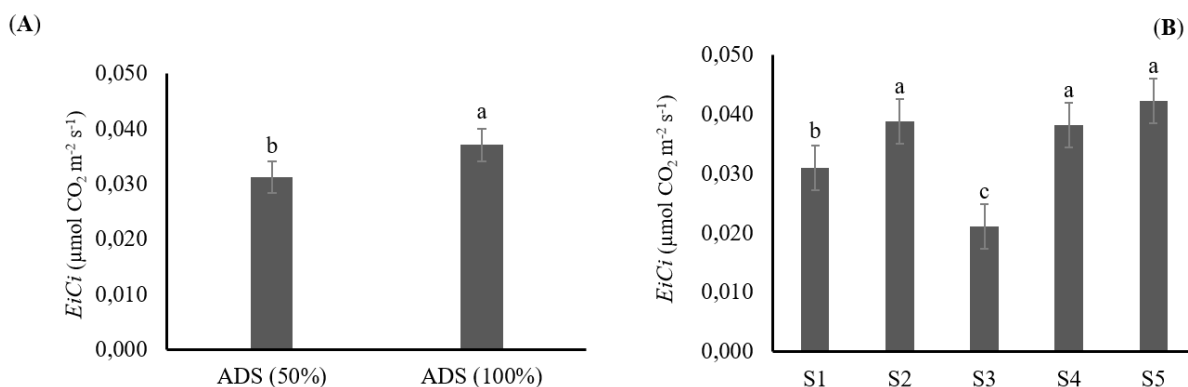


Figura 16. $EiCi$ em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função das lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Observa-se na Figura 17 que as mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado cultivadas em substratos contendo 75% de solo e 25% de húmus ($0,12 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), seguida das cultivadas em 75% de solo e 25% de esterco bovino ($0,11 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) apresentaram maior eficiência instantânea no uso da água em comparação com as demais.

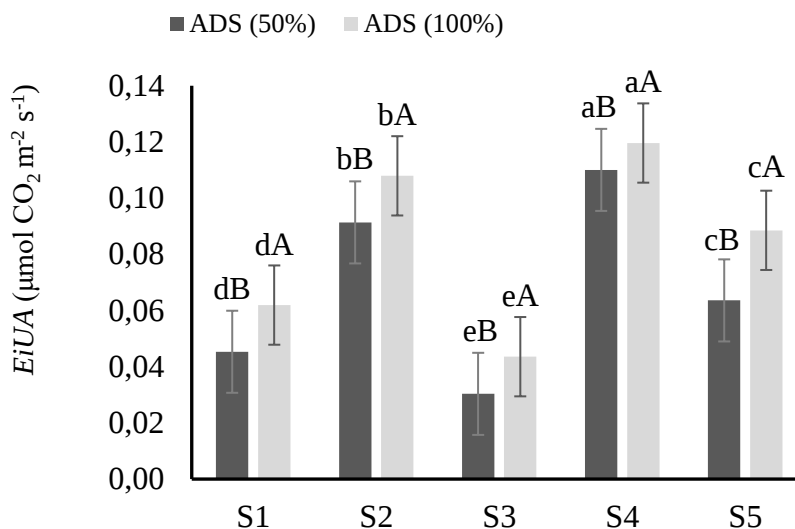


Figura 17. *EiUA* em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Ao comparar a eficiência do uso da água para as mudas produzidas na L2 com uso do substrato S4 com os demais tratamentos, observa-se aumento de 50% em relação às produzidas com S1 (testemunha), 8,33%, em relação àquelas que foram produzidas com o S2, um aumento de 33,33% na eficiência do uso da água ao comparar com as plantas cultivadas com uso do S3 e observa-se incremento de 25% na eficiência do uso da água ao comparar com o S5. Padilla et al. (2024) observaram em mudas de pimenta, que sob estresse hídrico, a eficiência do uso da água e o conteúdo relativo de água foliar foram maiores, em concordância com o fechamento dos principais estômatos e retenção de água nas folhas.

Figueiredo et al. (2020) encontraram um aumento da eficiência do uso da água em mudas de maracujazeiro-amarelo até uma CE de 2,2 dS m⁻¹, sugerindo que a espécie, devido à sua tolerância à salinidade, pode manter a assimilação de carbono até um determinado nível de estresse. Em certos casos, a planta ao ser submetida à deficiência hídrica desenvolve adaptações morfológicas, reduzindo, por exemplo, a área foliar e a perda de água por evapotranspiração, proporcionando uma maior eficiência do uso da água pela planta (RAMEZANIFAR et al., 2021). Tal afirmação demonstra a importância do uso de substratos oriundos de fontes orgânicas na produção de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado em condições do alto sertão paraibano, pois eles podem armazenar uma quantidade significativa de água, o que é essencial em períodos de déficit hídrico.

5.4. Estado nutricional das mudas em macronutrientes e micronutrientes

Na Tabela 7, observa-se que a interação entre os fatores substratos orgânicos $\times$ lâminas de água exerceu efeito significativo nos teores foliares de P, K, Mg, Na e Zn, enquanto os teores de N, Ca, Mn, Cu e Fe responderam aos fatores isolados.

Tabela 7. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente aos teores de macro e micronutrientes foliares nas mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água.

Quadrados médios											
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Cu	Zn	Fe
Substratos	4	34.49**	0.973**	1707.57**	16.328**	0.394**	81.311**	71.907**	14.64**	234.64**	736.79**
Lâminas	1	640.90**	0.941**	121.04**	347.60**	1.652**	19.201**	1255.28**	57.62**	1313.5**	6545.8**
Sub $\times$ Lâm	4	2.57 ^{ns}	0.027**	5.028*	0.835 ^{ns}	0.066**	1.540**	1.028 ^{ns}	0.045 ^{ns}	4.756**	22.13 ^{ns}
Resíduo	50	1.740	0.00604	1.489	0.5601	0.0018	0.371	3.281	0.0813	0.732	32.917
CV%		3,55	3,57	3,72	3,56	3,61	3,57	3,55	3,59	3,66	3,55

GL = graus de liberdade; ns, **, *, respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$; CV = coeficiente de variação.

As mudas irrigadas com a lâmina de 100% apresentaram maiores teores de N, diferindo da L1, apresentando, respectivamente, 40,41 g.kg⁻¹ e 33,87 g.kg⁻¹ de N na L1. Também se verificou que as mudas produzidas com o substrato S5 apresentaram maior teor de N (39,37 g.kg⁻¹), sendo verificada diferença estatística entre as demais, conforme pode ser observado na Figura 18.

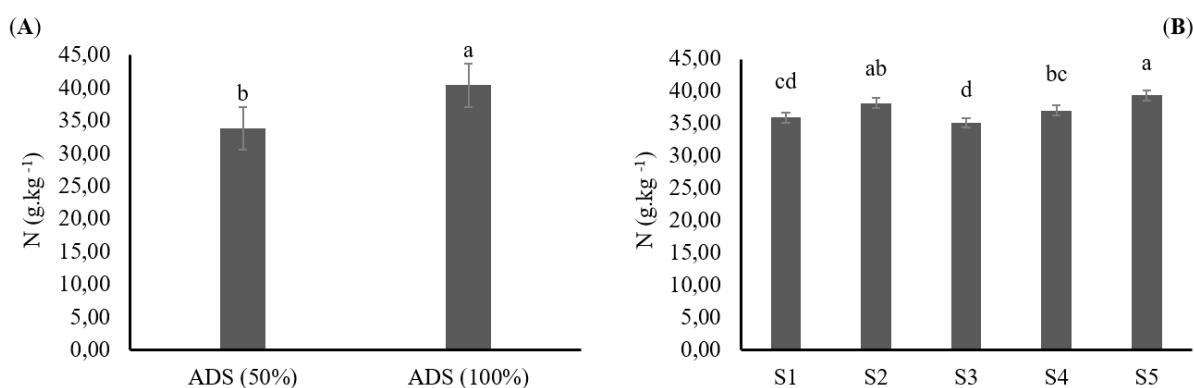


Figura 18. Teores de N nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

De acordo com Bertani et al. (2019), as mudas de maracujazeiro são supridas adequadamente com N quando o tecido foliar apresenta teores entre 21,0 e 26,0 g kg⁻¹. Com

isso, os resultados dos teores de N nos tecidos foliares das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado são superiores aos relatados pelos autores, demonstrando a eficiência do uso dos substratos orgânicos para a produção de mudas da cv. Rubi do Cerrado.

Por sua vez, na Figura 19, observa-se que as mudas produzidas utilizando os substratos S1 e S3 (2,51 e 2,52 g.kg⁻¹, respectivamente) apresentaram maiores teores nas folhas de P quando irrigadas com a lâmina L2 (100%ADS), não sendo identificada diferença significativa entre os dois. Todavia, os teores de P observados no presente estudo, independentemente das lâminas de irrigação e substratos utilizados, foram adequados, pois segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Scaramuzza et al. (2001) valores abaixo de 4,0 ou de 5,0 g kg⁻¹ e de 3,8 g kg⁻¹ são considerados adequados para o maracujazeiro, respectivamente. De acordo com Silva et al. (2024), o adubo orgânico de origem animal, além de disponibilizar nutrientes para as plantas, aumenta o teor de húmus no solo e a capacidade de retenção de água dos solos arenosos, além de incrementar a atividade microbiana, e melhorar o poder tampão do solo, podendo modificar o pH.

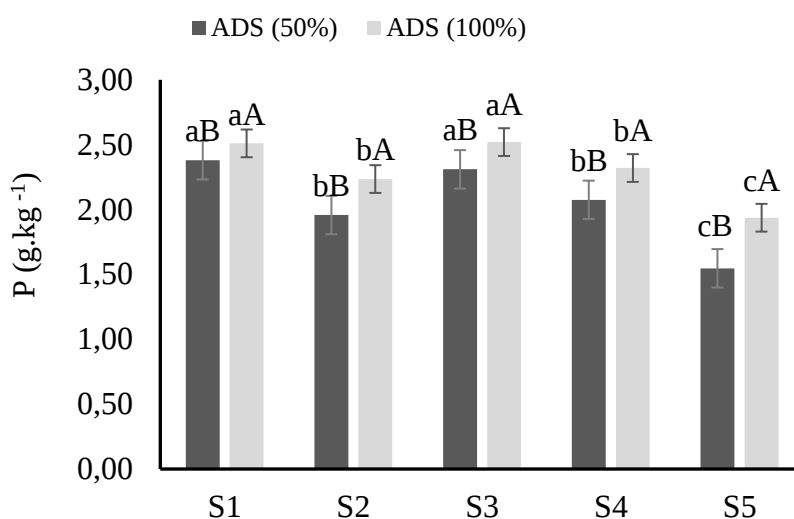


Figura 19. Teores de P em folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplantio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Segundo Silva Júnior et al. (2020), a cultura do maracujazeiro-azedo é exigente em nutrientes, especialmente o nitrogênio, com elevada demanda na fase inicial de crescimento, podendo haver deficiência nutricional em condições de escassez hídrica, algo não observado nesta pesquisa para o fósforo. Barros et al. (2021) observaram em plantas submetidas ao déficit hídrico, que houve menor fornecimento de nutrientes para as mudas, interferindo,

provavelmente, na absorção e assimilação dos elementos essenciais, fator que pode contribuir para a menor produção de matéria seca das mudas.

Cesar (2022) verificou que os teores de P foliar no maracujá-amarelo foram reduzidos com o aumento da lâmina de irrigação por haver redução de 43,4% nos teores de P no maracujá-amarelo adubado com esterco bovino ao comparar os valores das lâminas de 32 e 100% da ETc. Para Silva Neto (2021), o P é um macronutriente de alta importância para o desenvolvimento do maracujazeiro, visto que, além de ter função de armazenamento de energia, é componente dos lipídeos e estimula a formação de raízes de maneira mais rápida.

Verifica-se que quando se utilizou a L2 houve diferença significativa no teor de K, sendo melhor para a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo utilizar a L2 e as fontes orgânicas de substratos, pois as mudas irrigadas com 100% de água no solo com a utilização do S3 apresentaram maior teor de potássio (54,43 g.kg⁻¹). Assim, destaca-se que ambas as lâminas apresentaram maiores teores de K com este substrato (Figura 20).

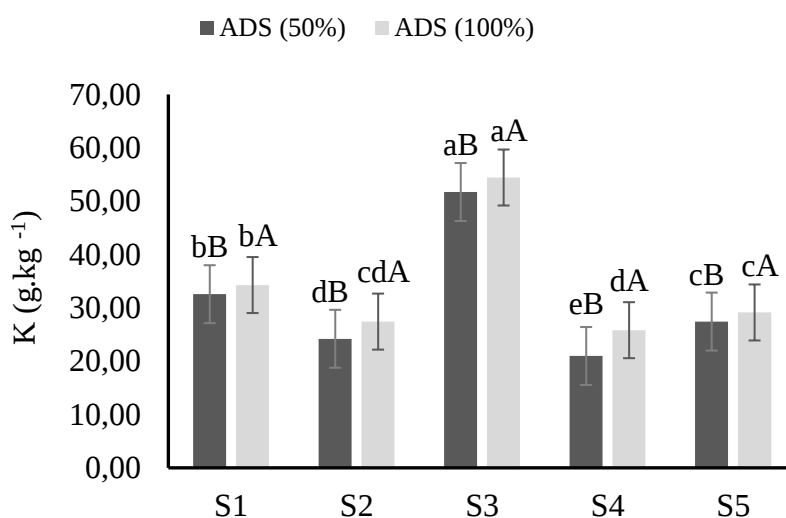


Figura 20. Teores de K em folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Exceto para as mudas de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado produzidas no substrato S3, as demais não estavam supridas adequadamente em potássio quando utilizou os outros substratos orgânicos, ao apresentarem teores nos tecidos foliares inferiores aos 37,0 g kg⁻¹ indicados por Scaramuzza et al. (2001) como sendo o recomendado para uma nutrição equilibrada do potássio em plantas de maracujazeiro. Entretanto, não foram observados sintomas de deficiências do elemento.

Para fins de comparação com a literatura, elaborou-se a Tabela 8, em que constam as faixas de teores foliares de N, P e K observadas em pesquisas com o maracujazeiro-amarelo.

Tabela 8. Faixas ótimas de teores foliares de N, P e K observadas para o maracujazeiro-amarelo na literatura e obtidas na presente pesquisa.

Autor	N	P	K
	-----g.kg ⁻¹ -----		
Alves (2003)	44,3 - 53,5	2,46 - 3,25	18,4 - 29,30
Fontes (2005)	48,8 - 58,7	2,47 - 2,96	17,3 - 20,90
Cantarutti et al. (2007)	36,0 - 46,0	2,00 - 3,00	24,0 - 32,00
Silva (2022)	38,1 - 45,10	2,00 - 2,50	19,9 - 28,30
Ramos (2024)	23,33 - 31,11	1,70 - 2,19	14,91 - 18,58
Pesquisa atual	35,14 - 39,37	1,94 - 2,52	25,81 - 54,43

Desta forma, observa-se que os teores foliares de N e P nos tratamentos estão na faixa adequada sugerida pelos autores Cantarutti et al. (2007), Silva (2022) e Ramos (2024). Quanto ao K, os valores observados neste estudo foram superiores aos citados pelos autores. Em níveis adequados, o potássio pode aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio nos processos fotossintéticos, que envolvem a difusão e a fixação do CO₂, resultando na produção de fotoassimilados utilizados pelas plantas (XU et al., 2020). Pelo exposto, os resultados deste trabalho revelam a influência dos diferentes substratos e lâminas de água sobre os teores foliares de N, P e K e, conseqüentemente, sobre o estado nutricional das mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado.

Percebe-se na Figura 21 que os níveis desses nutrientes nas folhas variaram, não apenas com o tipo de substrato utilizado, mas também com a quantidade de água aplicada, mostrando que ambos os fatores influenciam a absorção de nutrientes e o estado nutricional das mudas.

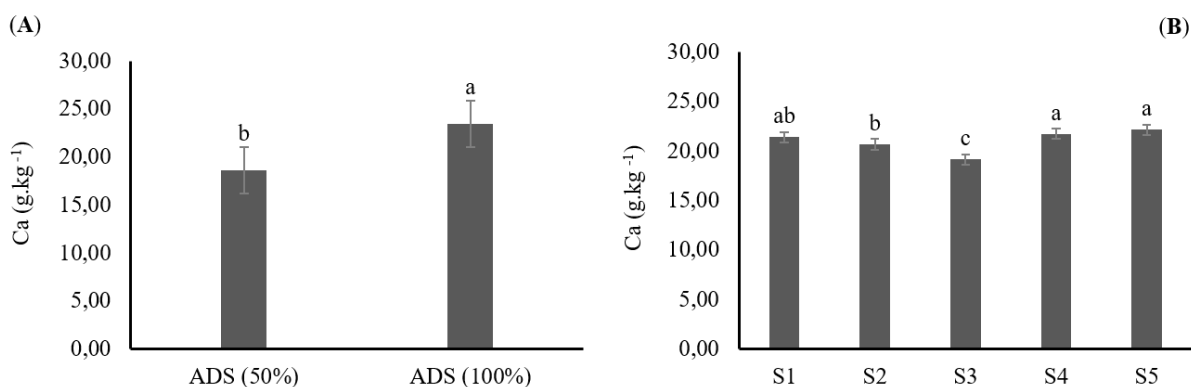


Figura 21. Teores de Ca em folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de irrigação e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A ordem decrescente das exigências nutricionais no maracujazeiro-azedo em macronutrientes, conforme reporta Malavolta (2006), é de: N > K > Ca > P > Mg > S. Segundo Miyake (2016), o excesso de N pode causar redução nos níveis foliares de outros nutrientes minerais na planta, como o Ca e o Mg, muitas vezes causando deficiências e transtornos associados ao vegetal.

Observa-se que as mudas produzidas com o S3 apresentaram os menores teores de Ca ($19,15 \text{ g.kg}^{-1}$), enquanto os substratos S4 e S5 promoveram maiores teores de Ca nas folhas do maracujazeiro-amarelo de $22,11$ e $21,72 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente. Cesar (2022) observou que a adubação utilizando esterco bovino promoveu maior teor de cálcio ($46,36 \text{ g.kg}^{-1}$) nas folhas de maracujazeiro-azedo em comparação ao adubado com o resíduo de sisal ($43,36 \text{ g.kg}^{-1}$).

Conforme pode ser verificado na Figura 22, a lâmina de água L1 promoveu redução significativa nos teores foliares de Mg, no qual as mudas submetidas ao S3 apresentaram a menor média ($0,50 \text{ g.kg}^{-1}$). Todavia, houve incremento do Mg foliar ao irrigar as mudas de maracujazeiro-azedo Rubi do Cerrado com 100% da sua necessidade, com destaque para aquelas em que foi utilizado o substrato S5 ($0,92 \text{ g.kg}^{-1}$). Os maiores teores foliares de Mg nas mudas adubadas com composto orgânico se devem, possivelmente, à maior concentração do elemento na composição química do insumo orgânico. Freire, Nascimento e Medeiros (2020), ao avaliarem os teores de nutrientes em mudas de maracujazeiros sob salinidade hídrica e uso de urina de vaca, verificaram que o acúmulo de Mg na matéria seca foliar nas mudas de maracujazeiro-amarelo e roxo foi de $6,37$ e $3,61 \text{ mg}$, respectivamente, valores superiores aos observados no presente estudo.

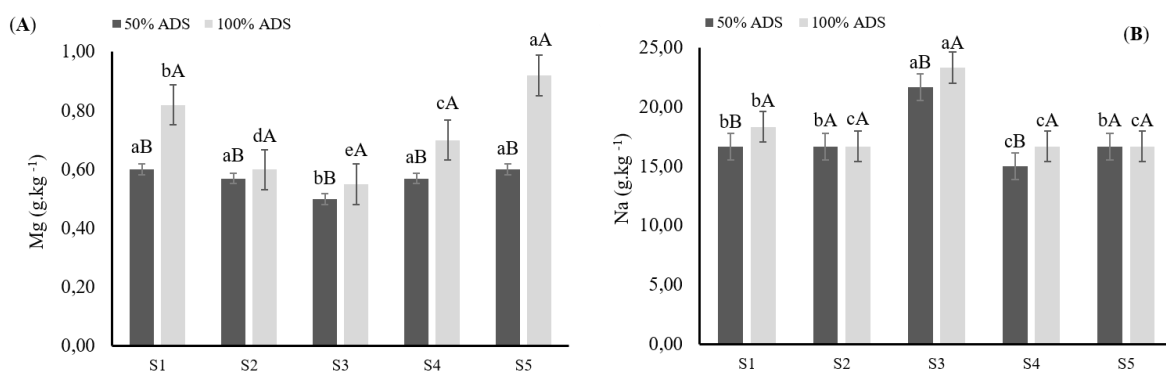


Figura 22. Teores de Mg (A) e Na (B) em folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Observa-se para as mudas irrigadas com L2, o teor de Na foliar foi maior no substrato S3 (23,33 g.kg⁻¹) ao comparar com aquelas produzidas com os demais substratos, sendo elas estatisticamente diferentes das demais. A interação entre os substratos e as lâminas de água ocorre, sendo preciso estudá-las nas diversas fases da cultura para ter melhor compreensão dessa dinâmica, devido à importância do equilíbrio dos elementos que podem interferir na disponibilidade dos nutrientes na solução do solo e, posteriormente, influenciar na absorção dos elementos pela planta.

Silva et al. (2022) relatam que excesso de nutrientes presentes no esterco caprino, que quando utilizado puro, pode dificultar a absorção dos nutrientes pelas mudas. E quando misturado com outro material, há a diminuição dos nutrientes presentes no tratamento. Além disso, o excesso de sódio no substrato provoca reduções no desenvolvimento das plantas devido ao efeito osmótico e tóxico sobre os sistemas enzimáticos e membranas (PEREIRA et al., 2015). Cesar (2022) ao estudar fontes de matéria orgânica e lâminas de irrigação no crescimento, nutrição e produção do maracujazeiro-amarelo cv. BRS GA1 observou que o maracujazeiro-amarelo adubado com esterco bovino apresentou redução do teor de Na foliar de 0,26 para 0,20 g kg⁻¹ à medida que se elevou a lâmina de 32 para 100% da ETc.

O maior teor foliar de manganês nas mudas (54,18 mg kg⁻¹) foi verificada com uso do substrato S4 contendo 75% de solo e 25% de composto húmus, diferindo dos demais tratamentos (Figura 23).

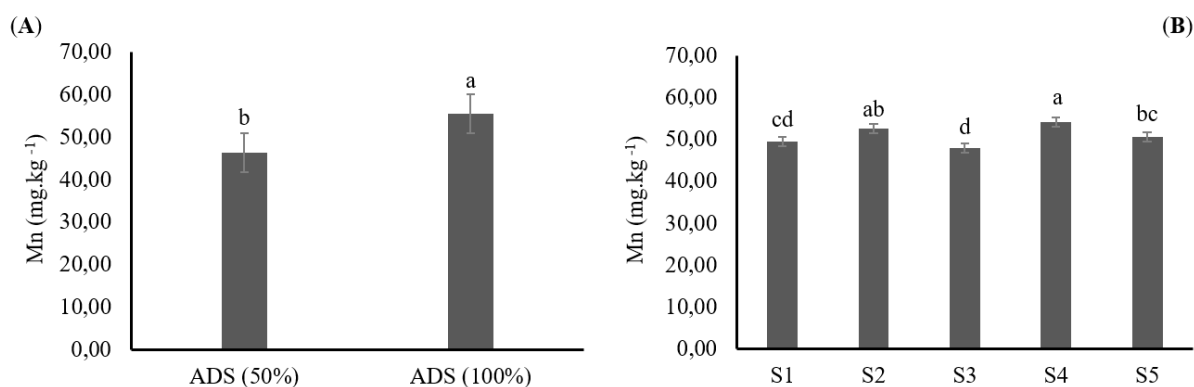


Figura 23. Teores de Mn nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Para o Cu, observa-se que as mudas na L1 apresentaram maior teor foliar ($8,92 \text{ mg kg}^{-1}$) diferindo da L2 e o S2, por sua vez, continha maior teor deste nutriente (Figura 24). A irrigação reduzida pode ter estimulado as mudas a aumentar a absorção de nutrientes, como uma resposta ao déficit hídrico ou pode ter ocorrido lixiviação de micronutrientes, resultando em menores concentrações para a lâmina de 100% (NÚÑEZ; COTRUFO; SCHIPANSKI, 2022).

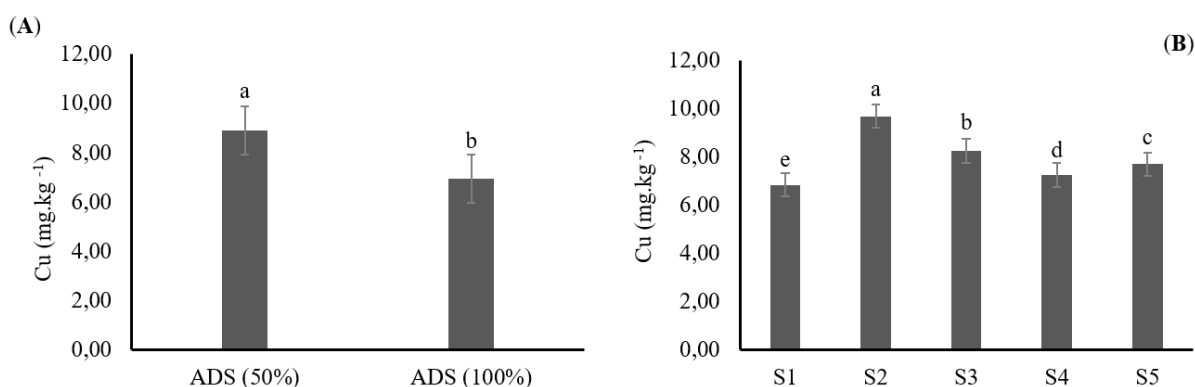


Figura 24. Teores de Cu nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Por sua vez, a lâmina de 100% ADS promoveu maiores teores de Zn nas folhas de maracujazeiro ($27,00 \text{ mg kg}^{-1}$). Houve um aumento de 44,44% de Zn nas folhas das mudas quando o suprimento adequado de água para as mudas foi de 100% com uso do substrato S5 (composto orgânico). Entretanto, as mudas irrigadas com 50% da sua necessidade hídrica (L1) nos substratos S2, S3 e S4 apresentaram as menores médias ($12,00$, $12,00$ e $13,00 \text{ mg kg}^{-1}$) para o Zn, não diferindo destas das demais (Figura 25). Desta forma, os teores de Zn estiveram abaixo da faixa de suficiência nutricional apontada por Costa et al. (2008) que vai de 45 a 80 mg.kg^{-1} . Ao avaliar a concentração de micronutrientes na parte aérea de mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas à calagem e à adubação com NPK e com micronutrientes, Quaresma et al. (2020) observaram valores de Zn variando de 22,20 a $53,92 \text{ mg kg}^{-1}$.

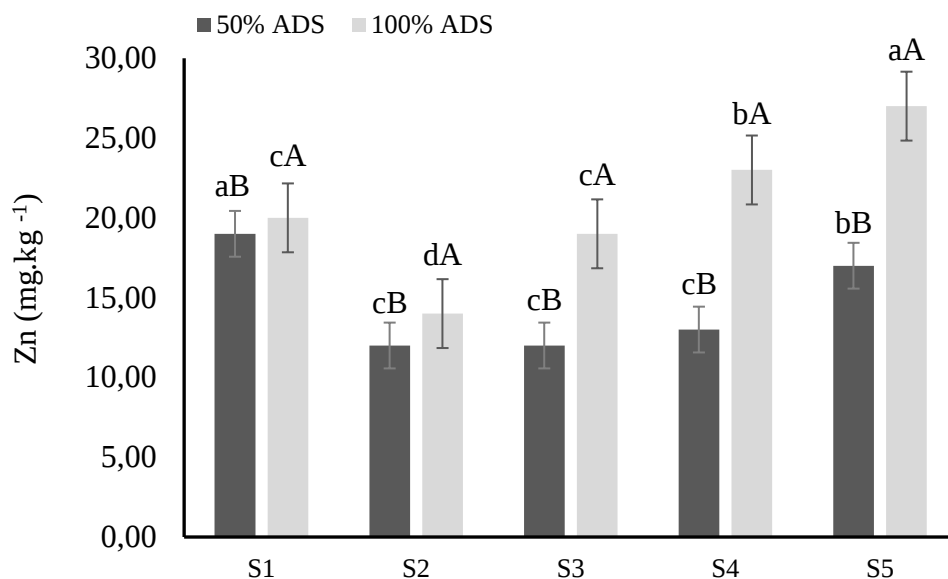


Figura 25. Teores de Zn nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Verifica-se na Figura 26 que as mudas cultivadas sob L2 apresentaram maior quantidade de Fe foliar (172,23 mg.kg⁻¹), diferindo da L1. Contudo, os teores de Fe presentes nas mudas, independente do tratamento, estão conforme os teores considerados adequados para a cultura do maracujazeiro (100 – 200 mg.kg⁻¹) citados por Costa et al. (2008).

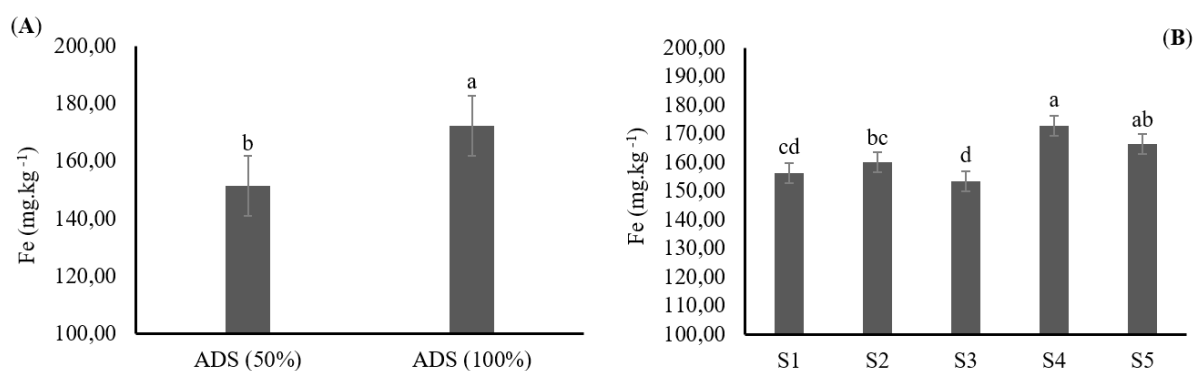


Figura 26. Teores Fe nas folhas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de irrigação e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Nascimento e Freire (2020) ao estudarem duas cultivares de maracujazeiros (amarelo e roxo), dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5 dS m⁻¹ e 3,5 dS m⁻¹) e duas concentrações de urina (0,0% e 5,0%) observaram que apenas o ferro (337,5 mg kg⁻¹)

não apresentou diferença significativa, enquanto o boro, cobre, zinco e manganês foram influenciados pelos diferentes fatores avaliados.

5.5. Compostos bioativos nas folhas das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado

Na Tabela 9, verifica-se efeito significativo da interação entre os fatores nos teores de clorofila *b*, compostos fenólicos e prolina. Por sua vez, verificou-se efeito isolado das fontes de variação para os teores de clorofila *a* e dos carotenoides.

Tabela 9. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente aos teores de clorofila *a*, clorofila *b*, carotenoides (Car), compostos fenólicos (CF) e prolina em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Clor <i>a</i>	Clor <i>b</i>	Car	CF	Prolina
Substratos	4	5.849**	0.302**	1673.83**	224.264**	12976.28**
Lâminas	1	16.53**	1.784**	1244.42**	327.783**	85984.08**
Sub × Lâm	4	0.136 ^{ns}	0.015*	42.552 ^{ns}	16.877**	2826.094**
Resíduo	50	0.115	0.0045	19.1046	1.3933	13.7865
CV%		3,73	4,31	3,20	1,95	2,38

GL = Graus de liberdade; ns; **, *, respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$, CV: coeficiente de variação.

Verifica-se na Figura 27 que a maior média para a clorofila *a* foi obtida nas mudas do substrato S2 (9,55 mg/100g) e S4 quando irrigadas com a lâmina de 100% (9,93 mg/100g), não apresentaram diferença entre si. Lima et al. (2020) em pesquisa avaliando os efeitos da irrigação com águas salinas e doses de potássio na formação de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado verificaram que a interação entre os fatores proporcionou efeito significativo apenas para os teores de clorofila *a* das plantas de maracujazeiro, aos 40 dias após o semeio. Souza (2022) observou que as plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m⁻¹ reduziram os teores de clorofila *a* em 40,41% (6,264 mg g⁻¹) em comparação às que foram irrigadas com água de menor nível salino (0,3 dS m⁻¹). A redução pode ocorrer devido à síntese lenta ou a rápida degradação dos pigmentos, sendo um indicativo que há um mecanismo de fotoproteção através da redução da absorbância da luz, pela diminuição dos teores de clorofila.

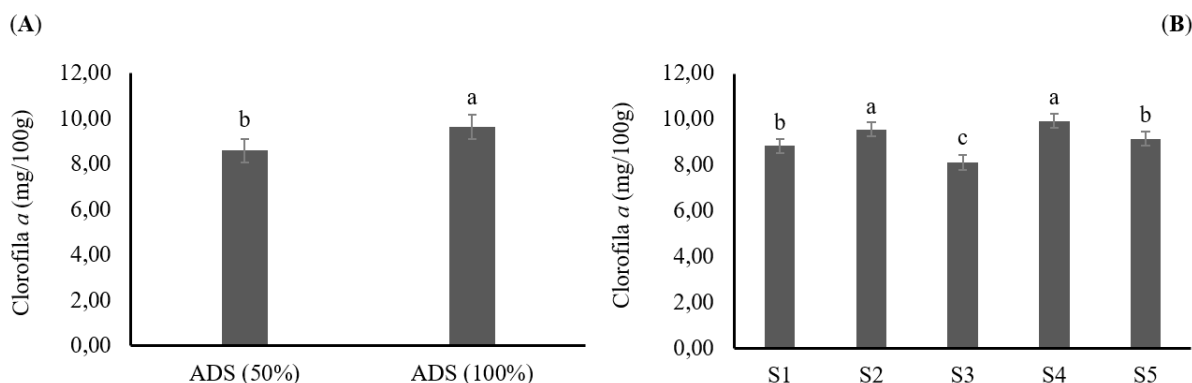


Figura 27. Teores de clorofila *a* em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Para o teor de clorofila *b*, verifica-se que as mudas produzidas com o substrato S4 e sob lâmina de 100% de água apresentaram maiores valores (1,95 mg/100g). O inverso ocorreu quando as mudas foram irrigadas com 50% da água disponível, no qual se observa que os substratos S3 e a testemunha configuraram em mudas com menores teores de clorofila *b*, que foram de 1,12 e 1,36 mg/100g, respectivamente (Figura 28).

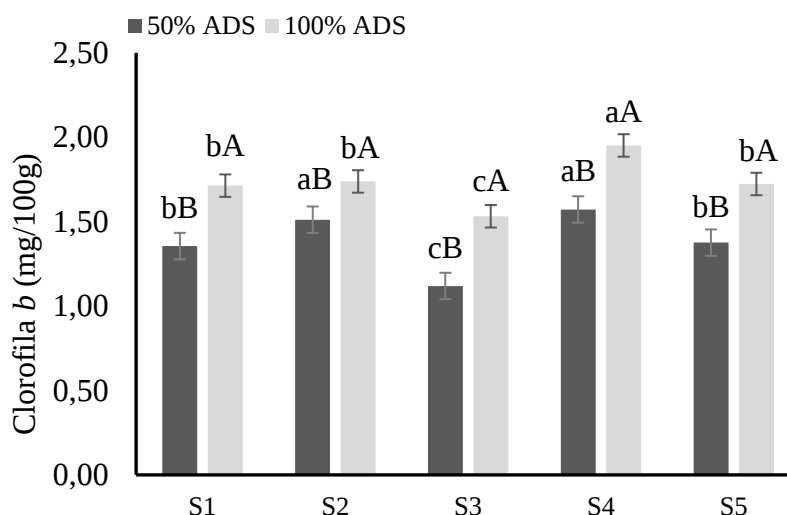


Figura 28. Teores de clorofila *b* em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Esperava-se que a aplicação da L1 afetasse a clorofila das plantas, uma vez que a clorofila, geralmente, é danificada durante o estresse por seca e o aparelho fotossintético precisa ressintetizar o pigmento para evitar um declínio irreversível na capacidade fotossintética (PADILLA et al., 2024). De acordo com Wang, Braun e Wink (2019), a

clorofila *a* absorve luz, principalmente, nas regiões faixa azul e vermelha do espectro e reflete luz verde, dando às plantas sua cor verde característica. As clorofilas participam do complexo de absorção de luz e iniciam os eventos fotoquímicos da fotossíntese, necessário à produção de energia bioquímica para uso no ciclo de Calvin-Benson (LI et al., 2018).

O teor de clorofila da folha está intimamente relacionado à capacidade fotossintética da planta e com o vigor vegetativo e reprodutivo. Logo, genótipos com maior teor de clorofila são mais produtivos e mais tolerantes à seca (GOLAMIN; KHAYATNEZHAD, 2020). O metabolismo das plantas é afetado pelo déficit hídrico e substratos orgânicos. You et al. (2019) explicam que o metabolismo primário e o secundário são perturbados com as redes metabólicas, que se reprogramam para neutralizar os efeitos prejudiciais do estresse hídrico.

Os carotenoides têm o potencial de desintoxicar as plantas dos efeitos de espécies reativas de oxigênio (SAIRAM; TYAGI, 2004). Desta forma, verificou-se que os substratos S3 e S1 apresentaram as menores médias (116,54 e 136,05 mg/100 g), respectivamente (Figura 29).

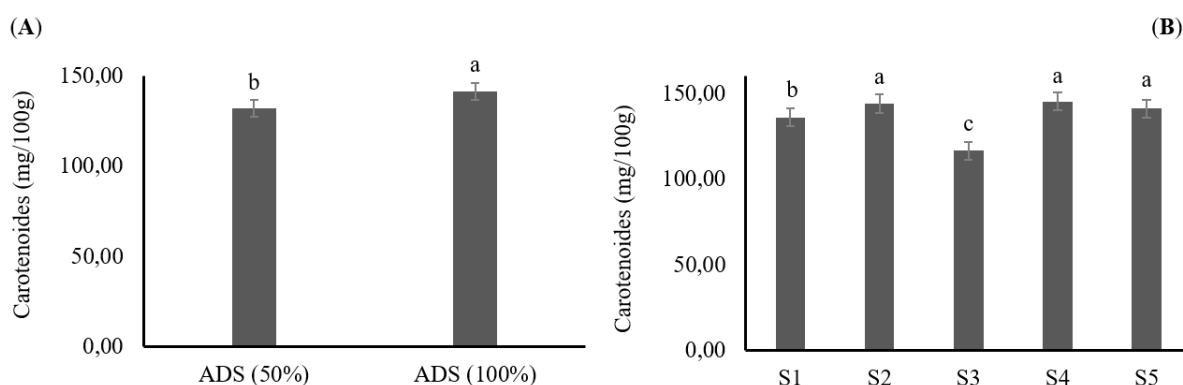


Figura 29. Carotenoides totais em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi aos 45 dias após o transplante do Cerrado em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A produção de carotenoides em plantas de maracujazeiro pode estar relacionada ao processo de defesa fisiológica das plantas contra danos fotooxidativos para evitar a redução da eficiência fotossintética (JAN et al., 2021). Observa-se que, após 45 dias, o conteúdo de carotenoides em mudas de maracujazeiro Rubi do Cerrado foi reduzido em função do déficit hídrico. Em conjunto, esses resultados indicam que esses substratos orgânicos podem mitigar o efeito da seca, permitindo maior taxa de produção dos carotenoides em mudas de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado.

Pinheiro et al. (2021), avaliando pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-amarelo sob estratégias de irrigação com águas salinas e adubação potássica, verificaram que a irrigação com água de elevada salinidade nas fases vegetativa/floração resultou em menores teores de clorofila *a* e carotenoides. Souza (2022) observou que as plantas submetidas ao nível de condutividade elétrica de 2,8 dS m⁻¹ obtiveram o valor máximo estimado para carotenoides em 4,017 mg g⁻¹ e o menor teor de 2,682 mg g⁻¹ foram encontrados nas plantas irrigadas com o menor nível salino da água (0,3 dS m⁻¹). Estudando o maracujazeiro-azedo 'BRS GA1' na fase de formação de mudas, Lima et al. (2020) observaram que o aumento na salinidade da água de 0,3 a 3,5 dS m⁻¹ aumentou a síntese de carotenoides, destacando-se como um mecanismo de proteção contra as reações oxidativas.

Os metabólitos secundários, como os compostos fenólicos, são promovidos durante o estresse abiótico para auxiliar as plantas a se adaptarem às condições de estresse, provavelmente devido às suas propriedades antioxidantes que derivam de grupos hidroxila (GUNDARANIYA et al., 2020). Para tanto, quando se avaliou os compostos fenólicos, verificou-se que a associação da lâmina de 100% com o uso do substrato S4 promoveram maior conteúdo para este metabólito (69,20 g/100g), diferindo dos demais, conforme consta na Figura 30.

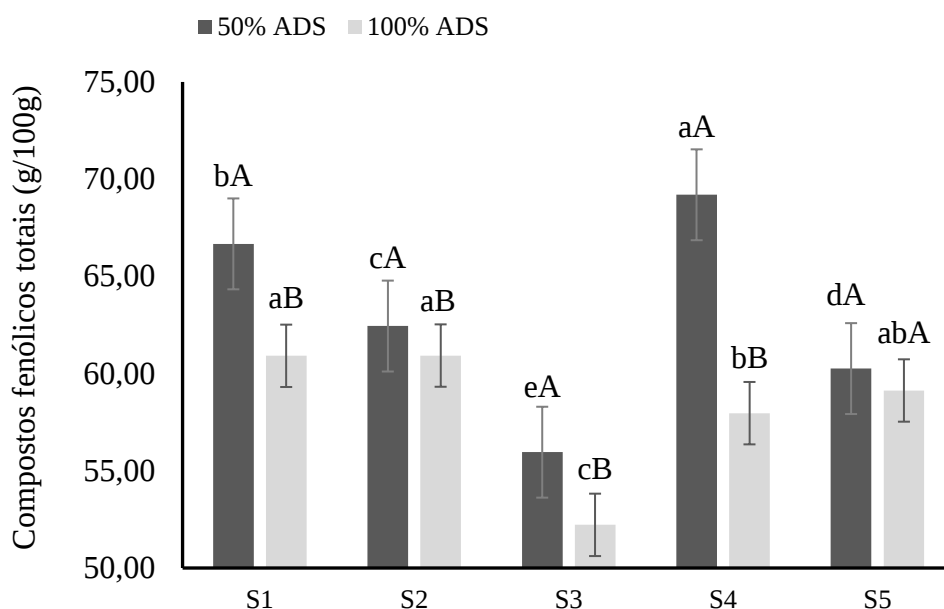


Figura 30. Compostos fenólicos totais presentes em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O húmus de minhoca contido no substrato S4 é rico em nutrientes e matéria orgânica, o que pode promover a síntese de compostos fenólicos, importantes para a defesa da planta e podem atuar como antioxidantes. Todavia, a redução da água fornecida às mudas cv. Rubi do Cerrado ocasionou redução nos compostos fenólicos, especialmente ao utilizar o S3 (52,22 g/100g). As plantas utilizam uma série de antioxidantes enzimáticos e antioxidantes não enzimáticos (carotenoides e compostos fenólicos) para evitar danos oxidativos e manter as concentrações de espécies reativas de oxigênio numa faixa funcional (SHIADE et al., 2023). De acordo com Shiade et al. (2024), os metabólitos secundários podem reagir a estimulantes ambientais por meio de vias de biossíntese complexas e específicas. Desta forma, os metabólitos vegetais podem ser usados como bioestimulantes para aumentar a resiliência das plantas e mitigar o impacto de estresses bióticos e abióticos na produtividade agrícola.

A resposta adaptativa das plantas ao déficit hídrico envolve várias estratégias, como geração aprimorada de metabólitos secundários, sinalização de espécies reativas de oxigênio (Sahu et al., 2022), produção de fitormônios, ajustes no estado hidráulico da planta e regulação osmótica para manter o crescimento e a produtividade (YADAV et al., 2021). As plantas sintetizam metabólitos primários, que são essenciais para atividades fundamentais como crescimento e desenvolvimento. Por outro lado, os metabólitos secundários atendem a propósitos específicos para a sobrevivência das plantas em condições ambientais desfavoráveis (YADAV et al., 2021). Os metabólitos secundários cumprem múltiplas funções, incluindo facilitar a comunicação entre espécies, regular a atividade enzimática, servir como moléculas de sinalização e fornecer mecanismos de defesa (MRID et al., 2021).

Quando as plantas são afetadas pelo estresse, seu metabolismo pode alternar entre metabolismo primário e secundário para lidar com condições desfavoráveis (JIA et al., 2020). A exemplo do metabólito primário prolina, observou-se efeito significativo da interação Sub $\times$ Lâmina para este em mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado (Figura 31). Ao produzir as mudas sob as lâminas L1 (214,62 $\mu\text{mol/ml}$) e L2 (205,18 $\mu\text{mol/ml}$) no S3, obtiveram-se as maiores médias de prolina, entretanto, não se verificou diferença entre elas.

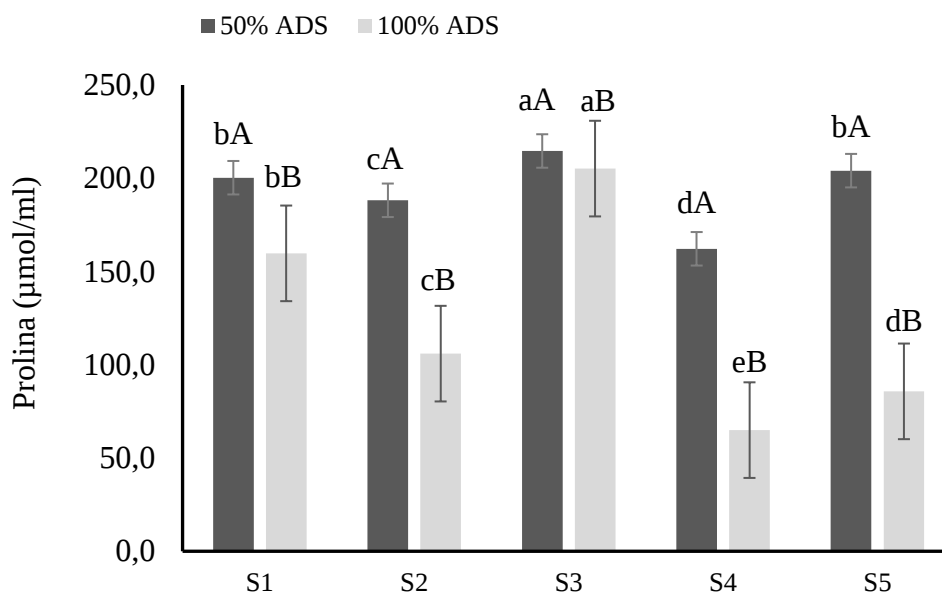


Figura 31. Prolina em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

De forma geral, as mudas irrigadas com 50% da sua necessidade apresentaram as maiores médias, com exceção dos substratos S2 e S1, nos quais as médias foram inferiores para a L1. Logo, os níveis mais altos de prolina podem indicar que as plantas estão respondendo ao estresse de maneira adaptativa e a razão pela qual S2 e S1 apresentaram menores médias de prolina na lâmina de 50% pode estar relacionada à composição nutricional desses substratos ou até mesmo à sua capacidade de retenção de água, que pode ter influenciado a absorção de nutrientes ou a resposta ao estresse, uma vez que a planta submetida ao estresse hídrico passa a acumular a prolina mais rapidamente na folha.

De acordo com Tabssum et al. (2019), o aumento da concentração de prolina induz a atividade de enzimas envolvidas no sistema de defesa da planta contra o estresse oxidativo desencadeado pelo acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROS), melhorando os processos fisiológicos. Por sua vez, Kahlid et al. (2022) explicam que a prolina é um aminoácido que atua como osmoprotetor e na sinalização hormonal, envolvido no comportamento fisiológico da planta, capaz de manter a turgência celular sob condições de estresse, aumentando a capacidade de assimilação de CO₂ e, consequentemente, a fotossíntese.

5.6. Crescimento

O crescimento das mudas de maracujazeiro-azedo cv. Rubi do Cerrado foi afetado pela interação substratos e lâminas de água, havendo efeito, indicando dependência dos fatores sobre as variáveis de crescimento das mudas na altura de planta, número de folhas, área foliar e taxa de crescimento absoluto, mensuradas aos 45 DAT (Tabela 10), ou seja, o crescimento das mudas em termos desses parâmetros depende dos fatores estudados. Sendo assim, para otimizar o crescimento das mudas, é importante considerar e ajustar esses fatores. Em contrapartida, houve efeito significativo pelo teste F ($p < 0,01$) de lâminas de irrigação e substratos de forma isolada no diâmetro do caule (DC), comprimento de raiz (CR), volume radicular (VR), taxa de crescimento relativo (TCR), indicando independência dos fatores.

Tabela 10. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente à altura de planta (AT), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), comprimento de raiz (CR), volume radicular (VR), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de substratos orgânicos (Sub) e lâminas de água (Lâm).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		AT	NF	AF	DC	CR	VR	TCR	TCA
Substratos (Sub)	4	2151.68 **	7.809 **	640674.4 **	2.6979 **	60.415 **	119.78 **	0.0003 **	0.0084 **
Lâminas (Lâm)	1	16379.24 **	81.20 **	3737609 **	21.83 **	447.17 **	893.97 **	0.0010 **	0.0515 **
Sub × Lâm	4	172.85 **	2.59 *	94168.6 **	0.145 ^{ns}	12.43 ^{ns}	24.809 ^{ns}	0.00004 ^{ns}	0.0008 **
Resíduo	50	23.851	0.992	9487.24	0.064	14.392	24.984	0.00003	0.0002
CV%		11,18	8,79	12,75	5,78	10,66	4,03	12,27	9,93

GL = Graus de liberdade; ns; **, *, respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$. CV: coeficiente de variação.

Pode-se destacar que em todas as variáveis, a aplicação de déficit hídrico promoveu uma redução no crescimento das mudas, porém em relação aos valores dos tratamentos de 100%, a menor redução foi ao utilizar substrato a base de esterco caprino. Neste sentido, observou-se que o estresse por falta de água reduz as variáveis de crescimento das mudas de maracujazeiro-amarelo. Todavia, os substratos que promoveram maior altura de mudas de maracujazeiro-amarelo foram S4 (78,32 cm) e S2 (75,80 cm), não diferindo entre si (Figura 32A). As mudas produzidas a partir do uso do S2 na L2 (100% ADS) apresentaram as maiores médias para o número de folhas (13,50), diferindo das demais (Figura 32B).

A área foliar também foi influenciada pelos substratos e pelas lâminas de água, em que se observou maior área foliar (731,81 cm²) para as mudas produzidas a partir dos substratos que continham húmus (S4), no qual foram aplicados a L2 (100%ADS). Para essas variáveis

de crescimento, o nível de 100% de água disponível no solo, as plantas apresentaram maior em crescimento em comparação ao nível de 50% de água disponível no solo, demonstrado que déficit hídrico prejudicou o crescimento das mudas de maracujazeiro-azedo. A limitação hídrica pela baixa pluviosidade e irregularidade são obstáculos que contribuem para baixos níveis de produtividade das culturas, inclusive do maracujazeiro (RAMOS et al., 2024).

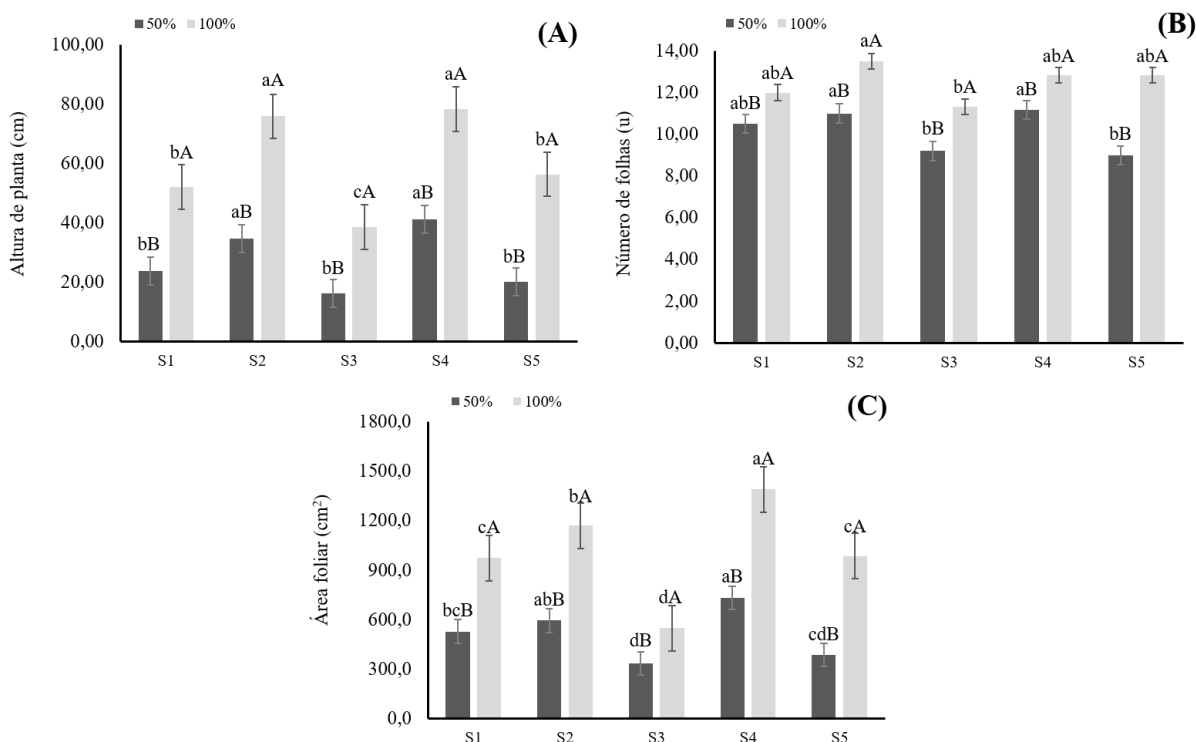


Figura 32. Altura de plantas (A), número de folhas (B) e área foliar (C) das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplantio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si para as lâminas dentro de cada substrato orgânico a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula não diferem entre si para os substratos orgânicos dentro de cada lâmina à 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Antunes et al. (2022) observaram valores inferiores (350 cm²) ao deste estudo para a área foliar em mudas de maracujazeiro-azedo cultivadas em substratos orgânicos. Dias et al. (2022) também observaram efeito significativo de diferentes substratos no crescimento de mudas de maracujá-amarelo. Melo et al. (2019) ao estudarem a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo sob o uso de diferentes doses de esterco bovino como fonte de substrato, comprovaram que 25% de esterco bovino e 75% de terra preta possibilitou o maior desenvolvimento das mudas. Segundo os autores, essa proporção é indicada para produção de mudas de qualidade para um bom estabelecimento no campo.

Comparativamente, o diâmetro caulinar das plantas cultivadas sem restrição hídrica foi superior às plantas sob déficit hídrico, cujos valores foram de 5,0 e 3,79 mm, com uma

superioridade de 31,92%, respectivamente (Figura 33). Com relação aos substratos, o maior diâmetro de caule (5,00 mm) no stand de plantas foi obtido utilizando o substrato 25% de húmus e 75% de solo (5,01 mm) e o menor valor foi de 3,72 mm, obtido ao utilizar o substrato 75% solo e 25% esterco caprino. Assim, o esterco caprino, possivelmente, ainda não estava completamente mineralizado, necessitando de maior tempo para completar a mineralização, e por sua vez, aumenta a disponibilidade das bases trocáveis do solo.

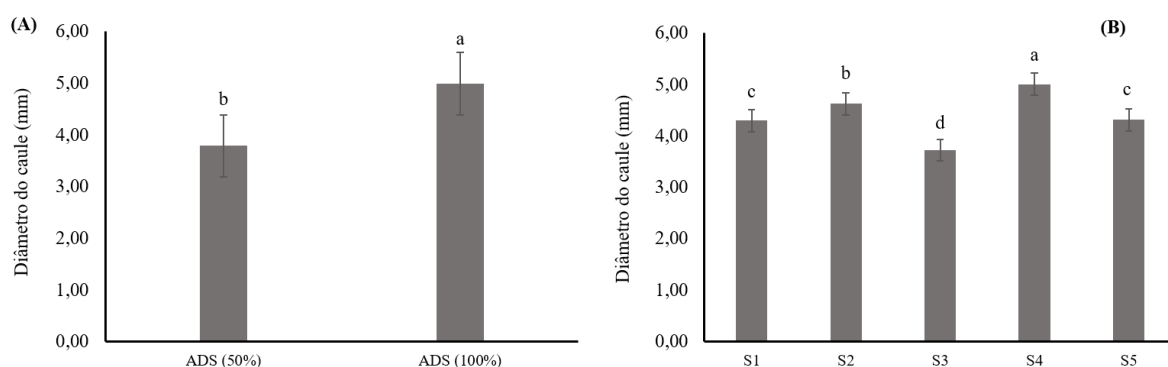


Figura 33. Diâmetro do caule de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplantio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

De acordo com Lozano-Montaña et al. (2021), características morfológicas associadas ao crescimento, tais como altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, são geralmente afetadas negativamente pela deficiência hídrica. Fato observado neste estudo, pois a adição de 50% de água afetou o diâmetro caulinar das mudas de maracujazeiro-azedo cv. Rubi do Cerrado.

Resultados superiores aos desta pesquisa foram verificados por Oliveira et al. (2017) em mudas de maracujazeiro-azedo, ao observarem valores de diâmetro de 16,3 mm e 12,80 mm em função da idade (360 dias) e da aplicação de biofertilizante ao solo. Jales (2023) observou que os menores crescimentos em diâmetro caulinar foram de 15,04 e 16,8 mm em plantas formadas no solo sem adição da adubação orgânica e de 19,92 e 18,93 mm para as plantas cultivadas em solo com adição no solo sem e com cobertura morta na projeção da copa de mudas de maracujazeiro.

O comprimento e o volume de raiz também foram afetados pela redução no suprimento de água durante fase inicial das mudas de maracujazeiro (Figura 34). Ademais, as características físicas e químicas do substrato (Tabela 2), como sua capacidade de retenção de água e aeração, junto com a quantidade de água fornecida, influenciam o crescimento das

raízes e o desenvolvimento geral das mudas, uma vez que o comprimento da raiz relaciona-se com o potencial de absorção de água e nutrientes do solo, fator importante no desenvolvimento das plantas de maracujazeiro.

Para o comprimento radicular, as mudas irrigadas com 100% da sua necessidade hídrica em que foi utilizado o S4 apresentaram, respectivamente, as maiores médias, 38,33 e 38,92 cm (Figura 34). Mais uma vez, o substrato contendo 25% húmus de minhoca e 75% solo sobressaiu aos demais substratos em relação às características morfológicas das plantas de maracujazeiro.

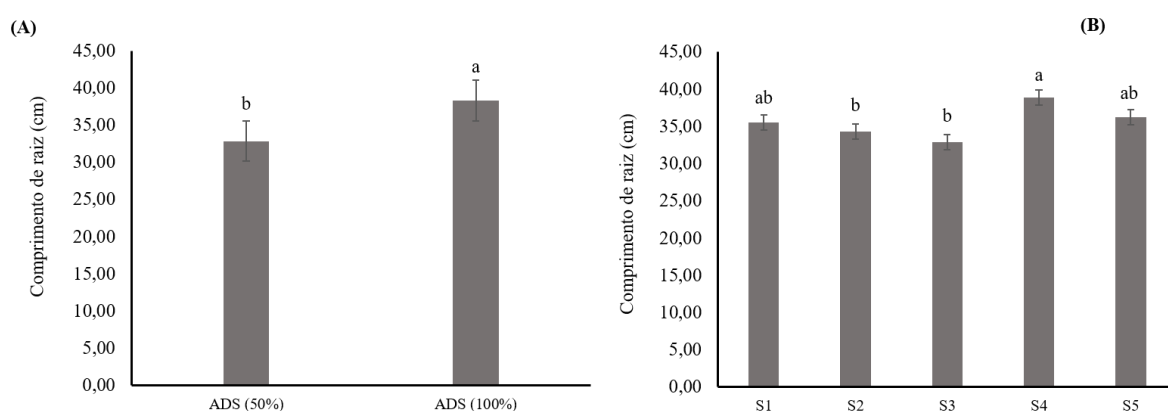


Figura 34. Comprimento de raiz de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de irrigação e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Na pesquisa desenvolvida por Ribeiro et al. (2018), o substrato orgânico formado com húmus e o esterco bovino foram os que propiciaram as melhores condições para a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo na proporção 1:1:1 e 1:1:2, respectivamente. Amorim (2023) analisando a influência de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro, observou que no crescimento de raiz, as concentrações de esterco ovino com 20 e 33% proporcionaram melhores resultados, com aumento de 50,17 e 25,96% (8,6 e 4,5 cm) em relação à testemunha, respectivamente.

De acordo com Lima et al. (2020), o volume radicular relaciona-se com o volume de solo ocupado pelas raízes. Assim, os substratos devem conseguir proporcionar o fornecimento constante de água, oxigênio e nutrientes às plantas, garantido, assim, ambientes estáveis ao desenvolvimento das plantas. Para o volume radicular, observou-se que a menor média foi obtida para as mudas cultivadas com 50% (ADS) (120,08 mL) com uso do S3 (119,03 mL), diferindo das demais (Figura 35). No geral, as mudas produzidas utilizando esterco caprino (S3) tiveram menor desempenho, até mesmo que as mudas do tratamento testemunha (S1),

que continha apenas solo. Silva et al. (2022) observaram em sua pesquisa com a produção de mudas sobre o uso de esterco caprino na composição de substratos, que o esterco caprino apresentou uma camada superficial dura que dificultou a infiltração da água no substrato.

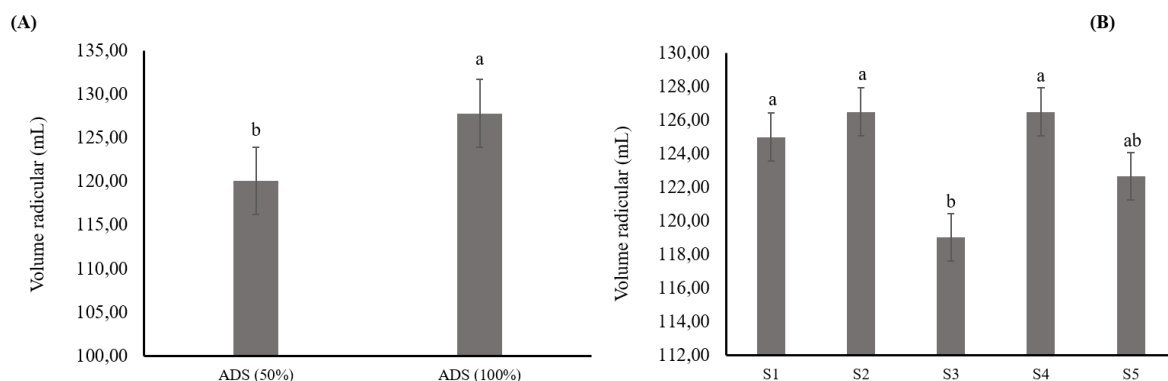


Figura 35. Volume de raiz de mudas em maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplantio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de irrigação e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A taxa de crescimento relativo representa a capacidade das plantas em produzir biomassa. Para essa variável, verificou-se efeito isolado dos fatores analisados, no qual se verificou que as plantas cultivadas no substrato (S4) contendo húmus diferiram das demais, apresentando maior taxa de crescimento ($0,055 \text{ cm dia}^{-1}$). Por sua vez, a taxa de crescimento absoluto das mudas, apresentou interação significativa ($P < 0,01$) para a composição dos substratos e as duas lâminas de água aos quais as mudas de maracujazeiro foram submetidas, sendo o S4, o substrato que se destacou na promoção do crescimento das mudas (Figura 36).

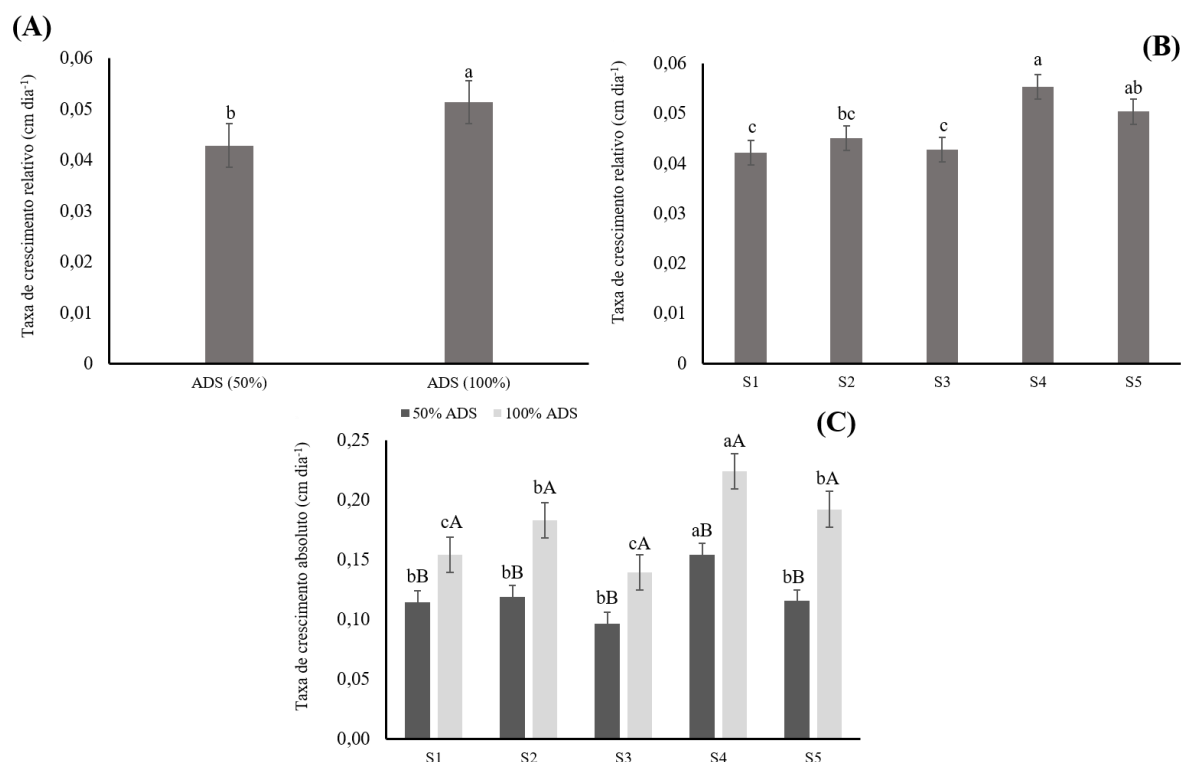


Figura 36. Taxa de crescimento relativo (A e B) e absoluto em altura de plantas (C) de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 15 e 45 dias após o transplantio em função de lâminas de água e substratos orgânicos. Médias seguidas de mesma letra minúscula, pelo teste F para lâminas de água e pelo teste Tukey para substratos orgânicos, não diferem entre si a 5% de probabilidade (A e B). Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey (C).

Observou-se que durante a fase inicial de crescimento das plantas de maracujazeiro, o suprimento de água é fundamental para o sucesso do cultivo, uma vez que o déficit hídrico pode comprometer o crescimento e contribui para o aumento da mortalidade das plantas, pois na fase inicial de crescimento, as mudas ainda apresentam o sistema radicular pouco desenvolvido, sendo mais susceptíveis à deficiência hídrica (BARROS et al., 2021).

5.7. Fitomassa

Houve efeito significativo da interação entre Sub × Lâmina à 1% de probabilidade pelo teste F para a massa seca foliar, massa seca caulinar, massa seca radicular, massa seca da parte aérea e massa seca total das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado. Enquanto, a relação raiz/parte aérea respondeu aos fatores de forma isolada (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, referente a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RR/PA) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	RR/PA	IQD
Substratos	4	7.211**	3.374**	0.938**	20.380**	29.949**	0.00363*	0.7039 ^{ns}
Lâminas	1	54.851**	26.476**	6.856**	157.545**	230.13**	0.0155**	3.589**
Sub × Lâm	4	0.6735**	0.703**	0.127**	2.609**	3.847**	0.0015 ^{ns}	0.643 ^{ns}
Resíduo	50	0.1319	0.053	0.017	0.234	0.288	0.00124	0.341
CV%		12,17	16,55	12,34	11,05	9,84	13,86	14,50

GL = Graus de liberdade; ns; **, *, respectivamente, não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p > 0,05$ e CV = coeficiente de variação.

A resposta à interação entre lâminas e substratos orgânicos das mudas de maracujazeiro-amarelo está em concordância com os apresentados por Corlet (2022) e Mendonça et al. (2021), que também observaram efeito significativo de diferentes substratos para o crescimento e matéria seca em mudas de maracujazeiro-amarelo. Oliveira et al. (2016) relatam que a matéria orgânica promove melhoria nos atributos físicos, como o aumento do espaço poroso, aeração e retenção de água no solo, melhora quimicamente a fertilidade dos substratos, aumenta biologicamente a diversidade da atividade microbiológica. Tal fato pode ser observado nesta pesquisa, pois as mudas produzidas com substratos que continham na sua composição húmus (25%) e solo (75%) associado com L2 (100%ADS) apresentaram os maiores valores de massa seca das folhas (5,23 g por planta), massa seca do caule (3,06 g por planta) e massa seca da raiz (1,85 g por planta), sendo estatisticamente diferente e superior as demais (Figura 37).

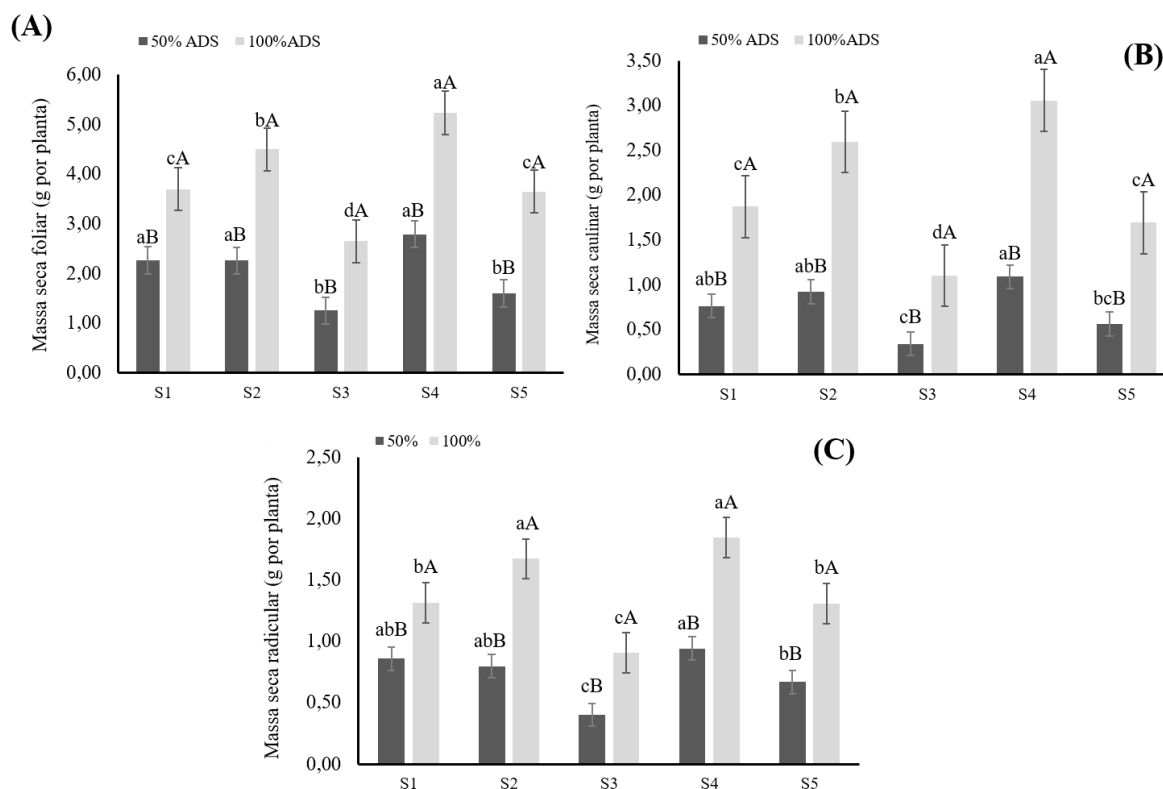


Figura 37. Massa seca foliar (A), massa seca do caule (B) e massa seca radicular (C) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplantio em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A redução de 50% da água disponível no substrato afetou negativamente a massa seca das folhas, dos caules e raízes, nos quais se verifica para as mudas no S3 1,25 (g de massa seca foliar), 0,34 (g de massa seca do caule) e 0,40 (g de massa seca radicular), seguido do S5 com 1,60 (g de massa seca foliar), 0,56 (g de massa seca caulinar) e 0,67 (g de massa seca radicular). Por sua vez, Moreira et al. (2013) observaram maior acúmulo de matéria seca de raízes em mudas de maracujazeiro formadas com substrato composto por solo, areia e esterco bovino na proporção 2:1:1, respectivamente.

Os resultados na Figura 38 demonstram que os melhores resultados na produção de mudas dependem de um ajuste adequado entre a escolha do substrato e a lâmina de água, pois a máxima resposta para a massa seca da parte aérea (8,28 g planta) e a massa seca total (10,13 g planta) foi obtida para os tratamentos com o S4 e a aplicação da L2 (100%ADS). Esse resultado sugere que o efeito combinado dos dois fatores impacta diretamente o desenvolvimento das plantas.

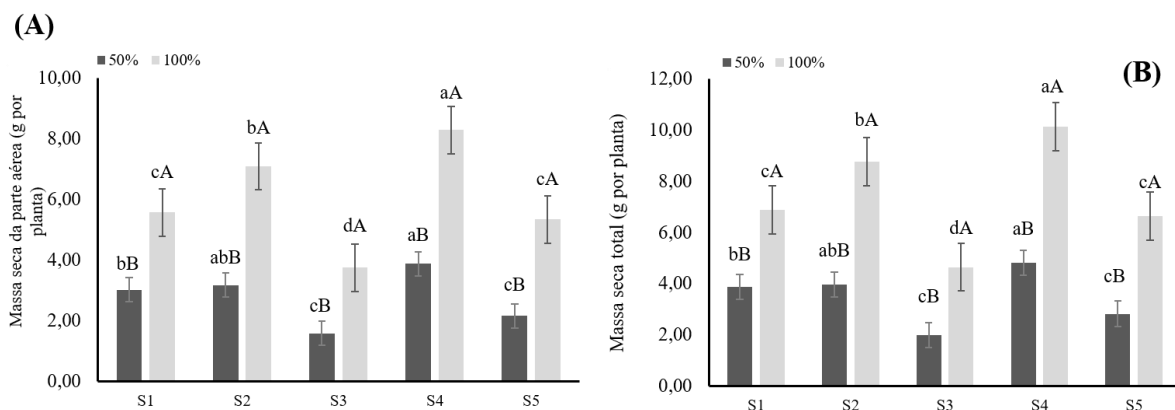


Figura 38. Massa seca da parte aérea (A) e massa seca total (B) em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplante em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

As mudas produzidas a partir dos S3 e S5 na L1 (50%ADS) apresentaram valores médios menores para a massa seca da parte aérea (1,59 e 2,16 g por planta, respectivamente) e da massa seca total (1,99 e 2,83 g por planta, respectivamente). Resultados semelhantes foram observados por Corlet (2022) em que as composições dos substratos S2= 50% solo e 50% esterco bovino, S12= 50% solo, 25% esterco caprino e 25% areia e S16= 25% solo, 25% areia, 50% húmus de minhoca apresentaram os melhores resultados de 7,30; 6,60 e 6,19 g planta⁻¹ para matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro-amarelo.

De acordo com Figura 39, que as mudas produzidas com ADS de 50% de água apresentaram relação raiz/parte aérea de 0,27, enquanto a L2 (100%ADS) resultou em 0,24. Assim, as mudas de maracujazeiro têm uma proporção maior de parte aérea em relação às raízes, o que pode ter sido influenciado pela redução na lâmina de água, com consequência no crescimento e o estabelecimento das mudas ao longo do experimento, pois a quantidade de água aplicada pode afetar o suprimento hídrico das mudas, limitando o seu crescimento.

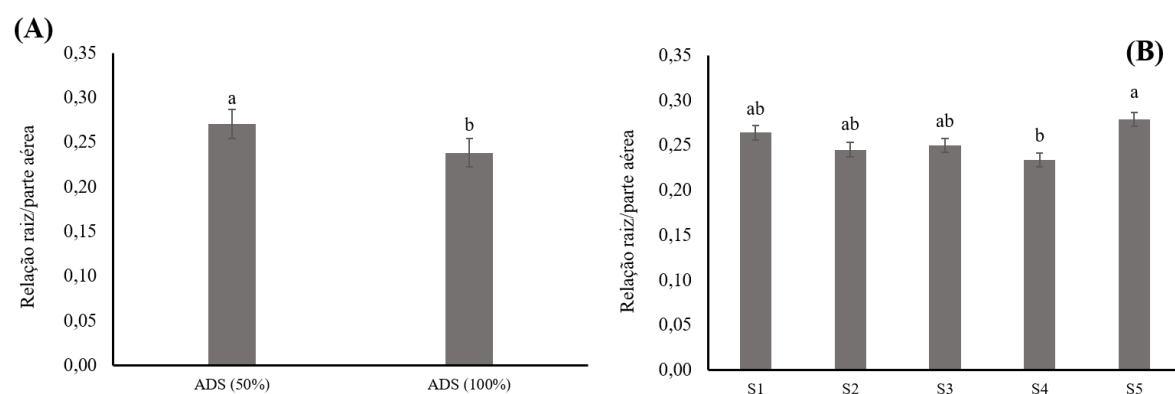


Figura 39. Relação raiz/parte aérea em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio em função de lâminas de água (A) e substratos orgânicos (B). Médias seguidas de mesma letra maiúscula (lâminas de água) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F, minúscula (substratos orgânicos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O aumento da relação raiz/parte aérea observado em 50% (DAS) é explicado por Diniz et al. (2021), os autores afirmam que o aumento da relação raiz da parte aérea é um indicativo de que a parte aérea expressa maior sensibilidade ao estresse, seja hídrico ou salino, em relação ao sistema radicular, sendo importante para a otimização do processo de absorção de água e nutrientes. De acordo com Jacinto Júnior e Lucena (2022), a redução na disponibilidade hídrica limita o crescimento e desenvolvimento das plantas, visto que a redução dos parâmetros de crescimento é resultado de estratégias defensivas da própria planta, como diminuição da turgidez celular, processos metabólicos e bioquímicos das plantas.

Analisando isoladamente o fator substrato, observa-se que as mudas produzidas com os S1, S2 e S3 apresentam comportamento intermediário e não diferiram entre si, ou seja, os três tipos de substratos apresentaram efeitos semelhantes sobre a relação raiz/parte aérea. Enquanto a maior relação raiz/parte aérea das mudas foi observada para aquelas produzidas a partir do S5 e a menor para o S4. Esse resultado pode estar relacionado às diferenças entre os substratos, que apresentam características variadas de drenagem, estrutura e composição nutricional, impactando diretamente o desenvolvimento das mudas d. Fato também reportado por Corlet (2022) também verificou diferença significativa na relação raiz/parte aérea em mudas de maracujazeiro em relação aos tipos de substratos. O autor verificou que as mudas cultivadas com substratos S2 (50% solo e 50% esterco bovino) e S4 (50% solos e 50% húmus de minhoca) apresentaram valores de 0,52 e 0,50 de relação raiz/parte aérea próxima da relação raiz/parte aérea de 1:2, considerado ideal para a produção de mudas.

5.8. Qualidade de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado

A aplicação da L2 (100% ADS) apresentou maiores valores de IQD (4,28) em comparação a L1 conforme pode ser observado na Figura 40. Comparativamente, os valores obtidos foram superiores às observações de Dias et al. (2022), que obtiveram valor de 0,26 para as mudas formadas com substrato contendo solo e esterco e irrigadas com 70% da capacidade de campo. Estudando a fitomassa e a qualidade de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada, Silva Neta et al. (2022) obtiveram maior valor de IQD (7,28) em plantas sob o nível de CEa de 2,2 dS m⁻¹.

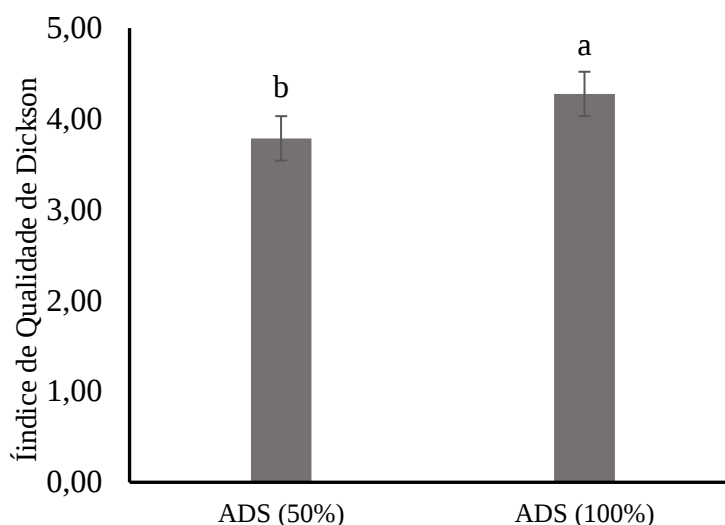


Figura 40. Índice de Qualidade de Dickson em mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado aos 45 dias após o transplântio, em função de substratos orgânicos e lâminas de água. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$), respectivamente.

Destaca-se que, apesar da redução do IQD (3,79) com a aplicação de 50% de água, as mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado obtiveram valor de IQD $> 0,2$, conferindo mudas de qualidade aceitável para o transplântio no campo, conforme descrevem Souza et al. (2017). Corroborando com os resultados, Oliveira et al. (2013) relatam que as mudas são consideradas de boa qualidade e aptas para o campo quando apresentam IQD igual ou superior a 0,2. Logo, as mudas produzidas com a aplicação 50 e 100% de água estavam aptas para serem transplantadas ao campo. Desta forma, um maior IQD, como verificado neste estudo, poderá indicar uma muda de melhor qualidade, com melhor balanço entre a parte aérea e o sistema radicular, boa estrutura do caule e maior potencial de sobrevivência e crescimento no campo.

6. CONCLUSÕES

Os substratos orgânicos e as lâminas de irrigação afetaram as variáveis estudadas na produção das mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado. Quando submetidas à irrigação com 100%ADS, as mudas apresentaram maiores: condutância estomática, transpiração, taxa de assimilação de CO_2 e concentração interna de CO_2 .

Os teores de macronutrientes e micronutrientes em folhas de mudas de maracujazeiro estavam nutricionalmente adequados na composição dos diferentes substratos orgânicos nos níveis de 50 e 100% água disponível no solo. Os melhores resultados para altura de planta, número de folhas, área foliar, diâmetro do caule, comprimento radicular, volume de raiz, taxa

de crescimento relativo e absoluto das mudas foram obtidos com uso do S4 (75% solo e 25% húmus) na L2 (100%ADS).

Na produção de mudas de maracujazeiro cv. Rubi do Cerrado recomenda-se a aplicação de 100% de água e uso dos substratos S4 (75% de solo e 25% de húmus) e S2 (75% de solo e 25% de esterco bovino), respectivamente, uma vez que esses contribuíram para o maior crescimento e produção de matéria seca das plantas em relação às condições de déficit hídrico. Pelo Índice de Qualidade de Dickson, os diferentes substratos orgânicos não afetaram a qualidade das mudas, estão essas aptas para o cultivo em condições de campo.

Em função das respostas obtidas nesta pesquisa e da fácil aquisição, recomenda-se a utilização do substrato composto por esterco bovino na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo cv. Rubi do Cerrado em condições do alto sertão paraibano como atenuante do déficit hídrico, devido a sua capacidade de retenção de água.

7. REFERÊNCIAS

- AIRES, E. S.; ARAGÃO, C. A.; GOMES, I. L. S.; SOUZA, G. N.; ANDRADE, I. G. V. Alternative substrates for production of yellow passion fruit seedlings. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 7, n. 1, p. 43-48, 2020.
- ALVES, E. D. B. **Estabelecimento de faixas de teores adequados de nutrientes foliares em maracujazeiro amarelo, mamoeiro formosa e coqueiro anão-verde cultivados no Norte Fluminense**. 2003. 64 f. Tese Doutorado (Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- ALVES, J. M.; LIMA, A. S.; MESQUITA, F. O.; SILVA, F. L.; SOUSA, C. S.; MESQUITA, E. F.; SANTOS, J. G. R.; ROCHA, J. L. A. Fertilização orgânica e regimes hídricos em mudas de maracujazeiro amarelo desenvolvidas na região semiárida. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 312-323, 2020.
- AMORIM, J. J. A. **Influência dos diferentes substratos no desenvolvimento inicial de mudas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2023.
- ANTUNES, L. F. S.; VAZ, A. F. S.; MARTELLETO, A. P.; LEAL, M. A. A.; ALVES, R. S.; FERREIRA, T. S.; RUMJANEK, N. G.; CORREIA, M. E. F.; ROSA, R. C. C.; GUERRA, J. G. M. Sustainable organic substrate production using millicompost in combination with different plant residues for the cultivation of *Passiflora edulis* seedlings. **Environmental Technology & Innovation**, v. 28, p. 1-13, 2022.
- ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AIDAR, S. T.; YURI, J. E.; FALEIRO, F. G. **Cultivo de *Passiflora Cincinnata* Mast. Cv. BRS. Sertão Forte**. (2018). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/-2018.Araujopdf.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.

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.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p.1-15, 1949.

BARROS, A. F. **Dessecação pré-colheita em sorgo biomassa e granífero: Efeitos sobre rebrota, germinação de sementes e resíduo no grão**. 2020. 84 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2020.

BARBOSA, F. R.; LIMA, M. F. **A cultura da goiaba**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 180p. 2010.

BARROS, P. H. S.; PEREIRA, T. L. S.; LIMA, R. K. A.; MATOS, S. S.; LIMA, C. J. G. S.; SILVA JÚNIOR, G. B. Produção de mudas de maracujazeiro sob lâminas e frequência de aplicação de solução nutritiva. **Acta Tecnológica** v. 16, n. 1, p. 135-146, 2021.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: Noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.

BERTANI, R. M. A.; SILVA, S. P.; DEUS, A. C. F.; ANTUNES, A. M.; FISCHER, I. H. Doses de nitrogênio no desenvolvimento de mudas altas de maracujá amarelo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 29-35, 2019.

BONFIM, R. A. A. **Mitigação dos efeitos da restrição hídrica em plantas jovens de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) por meio de aplicações de bioestimulante, ácido salicílico e nitroprussiato de sódio**. 2022. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2022.

CABRERA, J. C. B.; HIRL, R. T.; SCHÄUFELE, R.; MACDONALD, A.; SCHNYDER, H. Stomatal conductance limited the CO₂ response of grassland in the last century. **BMC Biology**, v. 50, p. 1-14, 2021.

CALBO, A. G.; FERREIRA, M. D. Evaluation of hydration indexes in kale leaves. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2011.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. XIII. p. 769-850.

CARVALHO NETO, S.; SILVA, J. F.; SOUZA, M. C.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C.; NASCIMENTO, L. C. Controle de *Colletotrichum* spp. em maracujazeiro amarelo com elicitores de resistência. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 157-164, 2023.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA,

E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 748-751, 2002.

CAVALCANTE, N. R.; VIANA, A. P.; ALMEIDA FILHO, J. E.; PEREIRA, M. G.; AMBRÓSIO, M.; SANTOS, E. A.; SOUSA, C. M. B. Novel selection strategy for half-sib families of sour passion fruit *Passiflora edulis* (Passifloraceae) under recurrent selection. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, n. 2, p. 2-12, 2019.

CESAR, L. V. L. **Fontes de matéria orgânica e lâminas de irrigação no crescimento, nutrição e produção do maracujazeiro-amarelo cv. BRS GA1**. 2022. 42. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2022.

CESARIN, V.; MESQUITA, J. A.; OLIVEIRA, S. J.; SANTOS, H. C. A.; RIBEIRO, N. M.; COSTA, Y. K. S.; SANTOS, I. L.; NASCIMENTO, R. S. M.; CARVALHO, L. B. Produção de mudas de açaizeiro. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, p. 1-7, 2020.

CORLET, I. G. **Substratos orgânicos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Deneger*)**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2022.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. (Ed.). (2008). **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, 2008. 56 p. (Incaper. Documentos, 162).

COSTA, P. S.; FERRAZ, R. L. S.; DANTAS NETO, J.; MARTINS, V. D.; VIÉGAS, P. R. A.; MEIRA, K. S.; NDHLALA, A. R.; AZEVEDO, C. A. V.; MELO, A. S. Seed priming with light quality and *Cyperus rotundus* L. extract modulate the germination and initial growth of *Moringa oleifera* Lam. seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, e255836, 2024.

DIAS, D. R.; FARIA, I. K. B.; VALE, B. S. C.; SANTANA, J. A. V.; SALLES JUNIOR, J. R. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes níveis de irrigação e formulações de substrato. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 102-108, 2022.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DINIZ, G. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R. Irrigation with saline water and silicate fertilization in the cultivation of ‘gigante amarelo’ passion fruit. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 199-207, 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 574p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 627 p

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **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. 2014, 2 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

EMBRAPA. **Maracujá azedo BRS Rubi do Cerrado (BRS RC)**. 2024a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1040/maracuja-azedo-brsrubi-do-cerrado-brs-rc>. Consultado em janeiro de 2024a Acesso em: 05 jan. 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo - BRS Rubi do Cerrado**. 2024b. Disponível em: <https://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsrubidocerrado/>. Acesso em: 05 jan. 2025.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa. 341 p., 2016.

FALEIRO, F. G.; FERNANDES, P. C. C.; GONTIJO, G. M.; MENDES, A. C. S.; COSTA, A. M.; JUNQUEIRA, N. T.V. Experiências de sucesso de produtores de maracujá no DF. In: FALEIRO, F. G.; ROCHA, F. E. C.; GONTIJO, G. M.; ROCHA, L. C. T. (Eds.) **Maracujá**: prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e políticas públicas baseadas na adoção e no impacto de tecnologias. Expedição Safra Brasília – Maracujá. v 2. Brasília, DF: Emater, DF, 2019a. p. 256-269.

FARIAS, G. A.; COSTA, A. C.; COSTA, S. F.; FARIAS, G. A.; FERNANDES PEREIRA, P. H.; CABRAL JUNIOR, L. F. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos contendo resíduos vegetais. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 141-148, 2019.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; AGUIAR, N. S.; PEREIRA, M. O.; MORAES, C.; AMARAL, M. Crescimento, sobrevivência e trocas gasosas de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas a regimes de irrigação e aplicação de hidrogel. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 17, n. 40, p. 11-20, 2020.

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.

FIGUEIREDO, F. R. A.; NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T. DE; FERREIRA, J. T. A.; PEREIRA, M. B.; LOPES, M. F. Q.; PEREIRA, W. E.; ALBUQUERQUE, M. B. Morphophysiology of yellow passion fruit seedlings under application of nitrogen and potassium and irrigation with high salinity water. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, p. 1897-1908, 2020.

FONTES, P.S.F. **Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro-amarelo utilizando o DRIS**. 2005. 100 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2005.

FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, G. S.; MEDEIROS, A. K. A. Teores e acúmulos de nutrientes em mudas de maracujazeiros sob salinidade hídrica e uso de urina de vaca. **Nativa**, v. 8, n. 4, p. 464-475.

GALEANO, E. A. V.; ARANTES, S. D.; PADOVAN, M. P.; COSTA, A. N.; VINAGRE, D. O. V. B.; DIAS, R. Q. **Cadeia produtiva do maracujá no Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2023. 174p.

GARCÍA-CASTRO, A.; VOLDER, A.; RESTREPO-DIAZ, H.; STARMAN, T.W.; LOMBARDINI, L. Evaluation of different drought stress regimes on growth, leaf gas exchange properties and carboxylation activity in purple passion fruit plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 142, n. 1, p. 57-64, 2017.

GHOLAMIN, R.; KHAYATNEZHAD, M. Assessment of the Correlation between Chlorophyll Content and Drought Resistance in Corn Cultivars (*Zea Mays*). **Helix - The Scientific Explorer Peer Reviewed Bimonthly International Journal**, v. 10, n. 5, p. 93-97, 2020.

GONTIJO, G. M.; FALEIRO, F. G.; ROCHA, F.E.C.; CARDOSO, F. C. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LOBATO, B. R.; MENDES, A. C. S. Demandas relacionadas à ação e ao impacto da produção de maracujá no DF: estudo empírico voltado à pesquisa, extensão e política pública. In: FALEIRO, F. G.; ROCHA, F. E. C.; GONTIJO, G. M.; ROCHA, L. C. T. (Eds.) **Maracujá: prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e políticas públicas baseadas na adoção e no impacto de tecnologias. Expedição Safra Brasília – Maracujá**. v. 2. Brasília, DF: Emater, DF, 2019. p. 154-255.

GUEDES, L. R.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, A. G. L.; MACIEL, L. H.; CAVALCANTE, I. H. L.; DINIZ NETO, M. A.; LIMA, G. S.; MELO, T. S.; SOUZA, J. C. G. Liquid fertilizers on photochemical efficiency and gas exchange in yellow passion fruit under saline stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 11, p. 839-847, 2023.

GUNDARANIYA, S. A.; AMBALAM, P. S.; TOMAR, R. S. Metabolomic profiling of drought-tolerant and susceptible peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes in response to drought stress ACS. **Omega**, v. 5, n. 48, p. 31209-31219, 2020.

HE, J.; YANG, S.; GOKSEN, G.; CONG, X.; KHAN, M. R.; ZHANG, W. Functionalized pectin/alginate food packaging films based on metal-phenol networks. **Food Bioscience**, v. 58, p. 103635, 2024.

HINOJOSA, L.; GONZÁLEZ, J. A.; BARRIOS-MASIAS, F. H.; FUENTES, F.; MURPHY, K. M. Quinoa abiotic stress responses: A review. **Plants**, v. 7, n. 4, p. 1-32, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de maracujá**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 05 jan. 2025.

ĨÑIGUEZ, C.; GALMÉS, J.; GORDILLO, F. J. L. Rubisco carboxylation kinetics and inorganic carbon utilization in polar versus coldtemperate seaweeds. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, p. 1283-1297, 2019.

JACINTO JUNIOR, S. G.; LUCENA, E. M. P. Alterações morfofisiológicas e metabólitos secundários produzidos por feijoeiros submetidos ao estresse hídrico: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e445111436506, 2022.

JALES, D. V. D. **Status hídrico e crescimento do maracujazeiro-azedo sob adubação silicatada, matéria orgânica e cobertura morta**. 2023. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, PB, 2023.

JAN, R.; ASAF, S.; NUMAN, M.; LUBNA; KIM, K. M. Plant secondary metabolite biosynthesis and transcriptional regulation in response to biotic and abiotic stress conditions. **Agronomy**, v. 11, n. 5, p. 968, 2021.

JIA, H.; WANG, L.; LI, J.; SUN, P.; LU, M.; HU, J. Comparative metabolomics analysis reveals different metabolic responses to drought in tolerant and susceptible poplar species. **Physiol. Plant**, v. 168, n. 3, p. 531-546, 2020.

KALHID, M.; REHMAN, H. M.; AHMED, S.; NAWAZ, S.; SALEEM, F.; AHMAD, S.; UZAIR, M.; RANA, I. A.; ATIF, R. M.; ZAMAN, Q. U.; LAM, H. M. Using exogenous melatonin, glutathione, proline, and glycine betaine treatments to combat abiotic stresses in crops. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, e12913, 2022.

LEAL, Y. H.; DIAS, T. J.; SOUZA, A. G.; BEZERRA, A. C.; RODRIGUES, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; LEAL, M. P. S.; SILVA, A. J.; LUCENA, M. F. R. Gas exchanges and chlorophyll content in green pepper plants under bio-fertilization and times of application. **Bioscience Journal**, v. 37, p. 1-11, 2021.

LI, Y.; HE, N.; HOU, J.; XU, L.; LIU, C.; ZHANG, J.; WANG, Q.; ZHANG, X.; WU, X. Factors Influencing Leaf Chlorophyll Content in Natural Forests at the Biome Scale. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 64, p. 1-10, 2018.

LI, W.; YAJUN, W.; YUBAO, Z.; RUOYU, W.; ZHONGKUI, X. Impacts of drought stress on the morphology, physiology, and sugar content of Lanzhou lily (*Lilium davidii* var. Unicolor). **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 42, n. 8, p. 127, 2020.

LIMA, L. K. S.; JESUS, O. N.; SOARES, T. L.; OLIVEIRA, S. A. S.; HADDAD, F.; GIRARDI, E. A. Water deficit increases the susceptibility of yellow passion fruit seedlings to Fusarium wilt in controlled conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 609-621, 2019

LIMA, L. C.; LIMA, L. W. F.; SALES, M. L. S.; QUEIROZ, L. A.; COLEHO, E. F. **Comprimento e densidade de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial sob irrigação**. 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226070/1/p82.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2024.

LIMA, G. S.; SOUZA, W. B. B.; SOARES, L. A. A.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, K. N. Dano celular e pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo em função da natureza catiônica da água. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 663-669, 2020.

LIMA, G. S.; SOUZA, W. B. B.; PINHEIRO, F. W. A.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R. Cationic nature of water and hydrogen peroxide on the formation of passion fruit seedlings. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 904-915, 2021.

LOZANO-MONTAÑA, P. A.; SARMIENTO, F.; MEJÍA-SEQUERA, L. M.; ÁLVAREZ-FLÓREZ, F.; MELGAREJO, L. M. Physiological, biochemical and transcriptional responses of *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* under progressive drought stress. **Scientia Horticulturae**, v. 275, p. 109655, 2021.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 638p, 2006.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Setor de fruticultura se destaca nas exportações brasileiras**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/setor-de-fruticultura-se-destaca-nas-exportacoes-brasileiras>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MELO, L. A.; ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA, R. R.; SILVA, D. T. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47 55, 2018.

MELO, A. R.; BEZERRA, A. C.; LIMA JUNIOR, A. R.; SILVA, M. B. P.; SILVA, E. A.; LEÃO, A. C.; ZUZA, J. F. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes concentrações de esterco bovino no substrato. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1323-1330, 2019.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p. 083-091, 2011.

MENDONÇA, A.M.; NATALE, W.; SOUSA, G.G.; SILVA JUNIOR, F.B. Morphophysiology and nutrition of yellow passion fruit seedlings grown in substrates based on carnaúba palm bagana. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.16, n. 3, p. e132, 2021.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; ALVES, J. M.; JÚNIOR, S. O. M.; SOUSA, V. F. O., MARTINS, E. L.; MEDEIROS, S. S. Attenuating use of biofertilizers and saline waters in jackfruit seedlings biomass. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p 11621-11638, 2020.

MIA, M. S.; LIU, H.; WANG, X.; ZHANG, C.; YAN, G. Root transcriptome profiling of contrasting wheat genotypes provides an insight to their adaptive strategies to water deficit. **Scientific Reports**, v.10, n. 1, p. 4854, 2020.

MIYAKE, R. T. M. **Nitrogênio, fósforo e potássio na produtividade, qualidade e estado nutricional do maracujazeiro**. 2016. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, 2016.

- MINAMI, K.; SALVADOR, E. D. **Substrato para plantas**. Piracicaba, SP: Degaspari. 2010.
- MISRA, V.; SOLOMON, S.; MALL, A.K.; PRAJAPATI, C.P.; HASHEM, A.; ABD ALLAH, E.F.; ANSARI, M.I. Morphological assessment of water stressed sugarcane: A comparison of waterlogged and drought affected crop. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 5, p. 1228-1236, 2020.
- MOREIRA, L. C. B.; REIS, J. M. R.; MOTA JÚNIOR, C. V.; CAIXETA, C. G. CANEDO, E. J. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo com utilização de supermagro e esterco bovino no substrato. **Globo Science Technology**, v. 06, n. 03, p. 12-22, 2013.
- MRID, R. B.; BENMRID, B.; HAFSA, J.; BOUKCIM, H.; SOBEH, M.; YASRI, A. Secondary metabolites as biostimulant and bioprotectant agents: a review. **Science of The Total Environment**, v. 777, p. 146204, 2021.
- MUDO, L. E. D.; LOBO, J. T.; CARREIRO, D. DE A.; CAVACINI, J. A.; SILVA, L. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Leaf gas exchange and flowering of mango sprayed with biostimulant in semi-arid region. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 332-340, 2020.
- MULOVHEDZI, N. E.; ARAYA, N. A.; MENGISTU, M. G.; FESSEHAZION, M. K.; POOY, C. P.; ARAYA, H. T.; LAAN, M.V. Estimating evapotranspiration and determining crop coefficients of irrigated sweet potato (*Ipomoea batatas*) grown in a semi-arid climate. **Agricultural Water Management**, v. 233, p. 1-9, 2020.
- NASCIMENTO, G. G.; FREIRE, J. L. O. Atributos de crescimento e concentração de micronutrientes em mudas de maracujazeiros irrigadas com águas salinas e uso de UOV. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 45515-45527, 2020.
- NÚÑEZ, A.; COTRUFO, M. F.; SCHIPANSKI, M. Efeitos da irrigação na formação de matéria orgânica do solo a partir de insumos de serapilheira em sistemas agrícolas semiáridos. **Geoderma**, v. 416, p. 115804, 2022.
- OLIVEIRA, F. T.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JÚNIOR, E. B. Fontes orgânicas e volume de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 97-103, 2013.
- OLIVEIRA, D. A. ANGONESE, M.; GOMES, C.; SANDRA, R.; S.; F. Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis* sp.) by-products: Sustainable recovery and biological activities. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 55-62, 2016.
- OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUTO, A. G. L.; LIMA NETO, A. J. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo fertirrigado com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 4, p. 191-199, 2017.
- PADILLA, Y. G.; MIRAS-MORENO, B.; GISBERT-MULLOR, R.; LUCINI, L.; LÓPEZ-GALARZA, S.; CALATAYUD, A. Leaves and roots metabolomic signatures underlying

rootstock-mediated water stress tolerance in grafted pepper plants. **Plant Stress**, v. 13, p. 100542, 2024.

PATMI, Y.S.; PITOYO, A.; SOLICHATUN; SUTARNO. Effect of drought stress on morphological, anatomical, and physiological characteristics of Cempo Ireng Cultivar Mutant Rice (*Oryza sativa* L.) strain 51 irradiated by gamma-ray. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1436, n. 1, p. 12-19, 2020.

PEREIRA, E. C.; CÂMARA, F. M. DE M., MENDONÇA, V.; COSTA, J. M.; CARNEIRO, J. V.; SILVA, R. M. Fontes, proporções de materiais orgânicos e doses de fósforo na produção de mudas de pinha. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.03, p.84-96, 2015.

PESTANA, S. P. **Produção de mudas altas de maracujá amarelo com uso de doses de fertilizante de liberação lenta em dois substratos orgânicos**. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu-SP, 2019.

PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SOUSA, P. F. N.; SOUZA, W. B. B. **Pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo sob estratégias de irrigação com águas salinas e adubação potássica**. In: Inovagri International Meeting e XXX CONIRD, Fortaleza, 2021, p. 1-8.

PINHEIRO, F. W. A. **Cultivo de maracujazeiro-amarelo sob estratégias de irrigação com água salobra e potássio**. 2022. 134 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2022.

QUARESMA, J. P.; PACHECO, D. D.; SILVA, T. C.; BATISTA, C. H. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa) em resposta a calagem, NPK e micronutrientes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e817986372, 2020.

RAMOS, J. G., LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; PAIVA, F. J. S.; NUNES, K. G.; PEREIRA, M. O.; SABOYA, L. M. F. Foliar application of H₂O₂ as salt stress attenuator in 'BRS Rubi do Cerrado' sour passion fruit. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 2253-2270, 2021.

RAMOS, D. S. **Silício e esterco bovino influenciam a fertilidade de um NEOSSOLO FLÚVICO e na nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo**. 2024. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2024.

RAMOS, J. G.; LIMA, V. L. A.; LIMA, G. S.; NUNES, K. G.; TORRES, R. A. F.; SILVA, F. A.; PEREIRA, M. O.; SOARES, L. A. A. Saline water irrigation and foliar application of H₂O₂ change ionic homeostasis of sour passion fruit. **Revista Caatinga**, v. 37, e12122, 2024.

RAMEZANIFAR, H.; YAZDANPANAH, N.; YAZD, H. G. H.; TAVOUSHI, M.; MAHMOODABADI, M. Spinach growth regulation due to interactive salinity, water, and nitrogen stresses. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 41, p.1654-1671, 2022.

RANGEL JUNIOR, I. M.; CRUVINEL, F. F.; VASCONCELLOS, M. A. da S.; MARTELLETO, L. A. P. Uso de diferentes substratos na produção de mudas orgânicas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*). In: AGROECOLOGIA, 5, 2017, Brasília. **Anais... Cadernos de Agroecologia**, 2018. p. 1-5.

REGO, F. C.; DAMASCENO, J. L. **Adubação orgânica e mineral no crescimento inicial de mudas de *Cedrela fissilis* Vellozo**. 2021. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço-PA, 2021.

RENA, A. B.; MASCIOTTI, G. Z. The effect of dehydration on nitrogen metabolism and growth of 4 bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v. 23, n. 128, p. 288-301, 1976.

RIBEIRO, M. D. S.; SOUSA, V. F. O.; LEITÃO, E. T. C.; SANTOS, J. J. F.; FARIAS, J. A.; FERREIRA, A. P. N.; SOUSA, M. J. O. **Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo em função de diferentes lâminas de irrigação e concentrações de esterco bovino no substrato**. In: ENCONTRO REGIONAL DE AGROECOLOGIA DO NORDESTE, XVI, Rio Largo-AL, 2017.

RIBEIRO, C. S.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, V. L.; FRANÇA, S. C.; SILVA, R. V.; FONSECA, J. F.; SILVA, T. I. Produção de mudas de *Passiflora edulis* sob diferentes substratos orgânicos. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 3, p. 104-112, 2018.

ROSÁRIO, M. P.; MATOS, M. L.; HAMADA, M. O. S.; JARDIM, I. N. Adubação fosfatada proporciona melhores mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 19, n. 42, p. 47-58, 2022.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. Physiological and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, v. 86, p. 407-420, 2004.

SALEMI, F.; ESFAHANI, M. N.; TRAN, L. S. P. Mechanistic insights into enhanced tolerance of early growth of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under low water potential by seed-priming with ascorbic acid or polyethylene glycol solution. **Industrial Crops and Products**, v. 137, p. 436-445, 2019.

SANTOS, O. V.; VIEIRA, E. L. S.; SOARES, S. D.; LISBÔA, L. R. C.; PINTO, D. M. L.; MACIEL, A. C. C.; COSTA, D. F.; NASCIMENTO, F. C. A. Efeitos do consumo de produtos e subprodutos do maracujá (*Passiflora edulis*) nas Doenças Crônicas não Degenerativas. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 6, p. 6226-6244, 2019.

SANTOS, C. C.; GOELZER, A.; SILVERIO, J. M.; SCALON, S. P. Q.; ZARATE, N. A. H. VIEIRA, M. C. Capa idade vegetativa e trocas gasosas em mudas de *Pereskia aculeata* Plum em diferentes substratos. **Scientia Plena**, v. 15, n.11, p. 1-9, 2019.

SANTOS, M. A. S. S.; PERES, W. L. R. Estresse hídrico na cultura do maracujá. **Scientia Generalis**, v. 2, Suppl. 1, p. 93-93. 2021.

SAHU, P. K.; JAYALAKSHMI, K.; TILGAM, J.; GUPTA, A.; NAGARAJU, Y.; KUMAR, A.; HAMID, S.; SINGH, H. V.; MINKINA, T.; RAJPUT, V. D.; RAJAWAT, M. V. S. ROS

generated from biotic stress: effects on plants and alleviation by endophytic microbes. **Plant Science**, v. 13, p. 1-19, 2022.

SCARAMUZZA, F. F.; COSTA, A. F.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. Deficiências de macronutrientes em mudas de maracujazeiro-amarelo em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 58, n. 279, p. 517-527, 2001.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, A. T.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 25, p. 1002-1013, 2013.

SHIADE, S. R. G.; FATHI, A.; GHASEMKHEILI, F. T.; AMIRI, E.; PESSARAKLI, M. Plants' responses under drought stress conditions: effects of strategic management approaches - A review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 46, p. 1-33, 2023.

SHIADE, S. R. G.; ZAND-SILAKHOOR, A.; FATHI, A.; RAHIMI R.; MINKINA, T.; RAJPUT, V. D.; ZULFIQAR, U.; CHAUDHARY, T. Plant metabolites and signaling pathways in response to biotic and abiotic stresses: Exploring bio stimulant applications. **Plant Stress**, v. 12, p.100454, 2024.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. P.; VELOSO, L. L. S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. 1-10, 2019.

SILVA, W. J. **Mudas de maracujá produzidas em recipientes com diferentes volumes e composição de substratos**. 2021. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnologia em Agroecologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Barreiros, Barreiros-PE, 2021.

SILVA, J. V. G.; LONGUE, L. L.; JARDIM, A. S.; PINHEIRO, A. P. B.; ROSA, R.; PAGOTO, A. L. R.; AZEREDO, A. L. R.; ARANTES, S. D.; FERNANDES, A. A. Eficiência nutricional na produção de mudas de maracujazeiro azedo em função das concentrações de fósforo em solução nutritiva. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e11510413988, 2021.

SILVA NETO, P. D. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro-azedo em condições contrastantes de adubação fosfatada**. 2021. 13 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2021.

SILVA JÚNIOR, G. B.; PRADO, R. M.; SILVA, S. L. O.; CAMPOS, C. N. S.; CASTELLANOS, L. G.; SANTOS, L. C. N.; BARRETO, R. F.; TEODORO, P. E. Nitrogen concentrations and proportions of ammonium and nitrate in the nutrition and growth of yellow passion fruit seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 16, p. 2533-2547, 2020.

SILVA, F. J. **Produção, nutrição mineral e análise econômica do maracujazeiro-amarelo adubado com N, P e K em latossolo amarelo do Curimataú Paraibano**. 2022. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2022.

SILVA NETA, A. M. S.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; SOUSA, D. D. A.; FERREIRA, F. N.; LACERDA, C. N. Fitomassas e qualidade de mudas de maracujazeiro-azedo sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, p. 63-73, 2022.

SILVA, E. D.; MATOS, H. R. R.; BARROS, B. G. A.; OLIVEIRA, F. J. V. Esterco caprino na composição de substratos para germinação e emergência de *Lablab purpureus*. **Scientific Electronic Archive**, v. 15, n. 1, p. 13-20, 2022.

SILVA, J. N.; SILVA, C. S.; ALVES, A. C.; AMARAL, T. S.; SILVA, A. A.; ALVES, E. S. A.; JESUS, F. N. Produção de mudas de maracujá-amarelo em função de diferentes fertilizantes orgânicos e doses. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 20, n. 2, p.14-19, 2024.

SIQUEIRA, R. H. S.; CHAGAS, E. A.; MARTINS, S. A.; OLIVEIRA, A. H. C.; SILVA, E. S. Seleção de substratos para a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em Roraima. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 63, p. 1-9, 2020.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; COSTA, R. N. T.; HERNANDES, F. F. F. E SOUSA, C. H. C. Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 1,2 n. 1, p. 2315-2326, 2018.

SOUTO, A. G. L.; MELO, E. N.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, A. P. P.; CAVALCANTE, I. H. L.; LIMA, G. S.; BATISTA, R. O.; GHEYI, H. R.; FÁTIMA, R. T.; MESQUITA, E. F.; SOUZA, G. L. F.; SILVA, G. R.; SILVA, D. V.; MESQUITA, F. O.; OLIVEIRA, P. V. C. Water-retaining polymer and planting pit size on chlorophyll index, gas exchange and yield of sour passion fruit with deficit irrigation. **Plants**, v. 13, n. 235, p. 1-18, 2024.

SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; ALMEIDA, B. G.; MELO, D. V. M. Comparação de métodos de extração da solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n. 5, p. 510-517, 2013.

SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 596-604, 2017.

SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. **Scientia Horticulturae**, v. 229, p. 77-90, 2018.

SOUZA, W. B. B. **Aspectos fisiológicos do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e adubação potássica**. 2022. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2022.

TABSSUM, F.; ZAMAN, Q. U.; CHEN, Y.; RIAZ, U.; ASHRAF, W.; ASLAM, A.; EHSAN, N.; NAWAZ, R.; AZIZ, H.; SHAH, S. U. S. Exogenous application of proline improved salt

tolerance in rice through modulation of antioxidant activities. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, v. 32, p. 140-151, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEIXEIRA, E. C.; MATSUMOTO, S. N.; RIBEIRO, A. F. F.; VIANA, A. E. S.; TAGLIAFERRE, C.; CARVALHO, F. D.; PEREIRA, L. F.; SILVA, V. A. Morphophysiology and quality of yellow passion fruit seedlings submitted to inhibition of gibberellin biosynthesis. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, e51541, 2021.

TEIXEIRA, E. C.; MATSUMOTO, S. N.; PEREIRA, L. F.; CASTELLANI, M. A.; ALMEIDA, C. S.; SANTOS, C. E. M.; LOPES, J. C. Paclobutrazole use as a tool for anticipate water stress response of sour passion fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 307, p. 111480, 2023.

TROLL, W.; LINDSLEY, J. The photometric methods to determination of proline. **Journal Biological Chemistry**, v. 215, p. 655-660, 1955.

ULLAH, H.; SANTIAGO-ARENAS, R.; FERDOUS, Z.; ATTIA, A.; DATTA, A. Improving water use efficiency, nitrogen use efficiency, and radiation use efficiency in field crops under drought stress: a review Adv. **Agronomy**, v. 156, p. 109-157, 2019.

VASCONCELOS, I. M.; OLIVEIRA, J. T. A. Gene expression and spatiotemporal localization of antifungal chitin binding proteins during *Moringa oleifera* seed development and germination. **Plant**, v. 249, n. 5, p. 1503-1519, 2019.

VIEIRA, L. A.; CARVALHO, V. S. A.; PIMENTEL, V. S.; MOREIRA, E. M.; VIEIRA, A. C.; SILVA E SILVA, F. R.; RIBEIRO, J. M. R.; GURGEL, F. L.; ANDRADE NETO, R. C.; ARÉVALO, M. R.; ROSSI, C. Q.; VIEIRA, D. D. S. S. **Avaliação do desenvolvimento de cultivares de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) em diferentes substratos**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1154540/1/AVALIACAO-DO-DESENVOLVIMENTO.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2025.

XU, X.; DU, X.; WANG, F.; SHA, J.; CHEN, Q.; TIAN, G.; ZHU, Z.; GE, S.; JIANG, Y. Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon, and nitrate metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 904, 2020.

ZÖRB, M.; GEILFUS, C. M.; DIETZ, K. J. Salinity and crop yield. **Plant Biology**, v. 21, p. 31-38, 2019.

YADAV, B.; JOGAWAT, A.; RAHMAN, M. S.; NARAYAN, O. P. Secondary metabolites in the drought stress tolerance of crop plants: a review. **Gene Reports**, v. 23, p. 101040, 2021.

YOU, J.; ZHANG, Y.; LIU, A.; LI, D.; WANG, X.; DOSSA, K.; ZHOU, R.; YU, J.; ZHANG, Y.; WANG, L.; ZHANG, X. Transcriptomic and metabolomic profiling of drought-

tolerant and susceptible sesame genotypes in response to drought stress. **BMC Plant Biol**, v. 19, n. 1, p. 1-16, 2019.

WANDERLEY, J. A. C.; BRITO, M. E. B.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, F. C.; FERREIRA, F. N.; LIMA, R. F. Cell damage and biomass of yellow passion fruit under water salinity and nitrogen fertilization. **Revista Caatinga**, v. 33, p.757-765, 2020.

WANG, E.; BRAUN, M. S.; WINK, M. Chlorophyll and chlorophyll derivatives interfere with multi-drug resistant cancer cells and bacteria. **Molecules**, v. 24, n. 16, p. 1-9, 2019.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, p. 3-5, 2006.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v. 49, p. 81-97, 1950.

YANG, X.; LU, M.; WANG, Y.; WANG, Y.; LIU, Z.; CHEN, S. Review on response mechanism of plants to drought stress. **Horticulturae**, v. 7, p. 1-44, 2021.

YOUNAS, H.S.; ABID, M.; ASHRAF, M.; SHAABAN, M. Seed priming with silicon and chitosan for alleviating water stress effects in maize (*Zea mays* L.) by improving antioxidant enzyme activities, water status and photosynthesis. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, n. 15, p. 2263-2276, 2022.