

CAPÍTULO 2

EFEITOS DO ESTRESSE SALINO NA QUALIDADE DOS FRUTOS, BIOMETRIA E FISIOLOGIA DE *P. EDULIS* ENXERTADO EM ESPÉCIES DE *PASSIFLORA* SPP



<https://doi.org/10.22533/at.ed.835152512062>

Data de aceite: 17/06/2025

Regiana dos Santos Moura

<https://orcid.org/0000-0002-2847-2654>

Hans Raj Gheyi

<https://orcid.org/0000-0002-1066-0315>

Mauricio Antônio Coelho Filho

<https://orcid.org/0000-0002-4667-5535>

Djavan Pinheiro Santos

<https://orcid.org/0000-0002-1811-5362>

Rezario Martins Carvalho

<https://orcid.org/0000-0003-2749-2685>

Eudinete Ribeiro de Sousa

<https://orcid.org/0000-0001-8508-3201>

João Carlos Rocha dos Anjos

<https://orcid.org/0000-0002-2231-0953>

Luana Maria Alves da Silva

<https://orcid.org/0000-0003-4382-3747>

José Gil dos Anjos Neto

<https://orcid.org/0000-0001-8440-5280>

Risoneide de Cássia Zeferino Silva

<https://orcid.org/0000-0001-5001-2016>

Jordânia Medeiros Soares

<https://orcid.org/0000-0001-8900-5702>

RESUMO: A enxertia do maracujazeiro surge como uma estratégia promissora para adaptar as plantas a ambientes com elevada salinidade. Este capítulo aborda os efeitos do estresse salino sobre a qualidade dos frutos, características biométricas e fisiológicas de *Passiflora edulis* enxertado em diferentes espécies de *Passiflora spp.*. O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, envolvendo três espécies utilizadas como porta-enxerto (*P. edulis*, *P. gibertii* e *P. cincinnata*), tendo como copa o *P. edulis*, sob dois níveis de salinidade (0,5 dS m⁻¹ – controle e 4,5 dS m⁻¹), com quatro repetições por tratamento. Foram realizadas avaliações biométricas, fisiológicas e pós-colheita para analisar a interação entre os porta-enxertos e os efeitos do estresse salino. Os resultados demonstraram que a salinidade afetou significativamente variáveis como número de folhas, altura de planta, taxa de transpiração, fotossíntese, teor de clorofila total e consumo hídrico total em plantas enxertadas de *P. edulis*. As espécies *P. edulis* e *P. gibertii* destacaram-se como porta-enxertos promissores, pois mantiveram altura e número de folhas estáveis sob condições salinas. Além disso, o *P. edulis* autoenxertado apresentou

mecanismos eficientes de tolerância ao estresse salino, demonstrando elevado potencial para cultivo em ambientes com salinidade elevada.

PALAVRAS CHAVE: Enxertia, *Passiflora gibertii*, *Passiflora cincinnata*, NaCl, trocas gasosas.

EFFECTS OF SALINE STRESS ON FRUIT QUALITY, BIOMETRICS AND PHYSIOLOGY OF *P. EDULIS* GRAFTED ON *PASSIFLORA* spp SPECIES

ABSTRACT: Grafting in passion fruit represents a promising strategy to adapt plants to environments with high salinity. This chapter discusses the effects of salt stress on fruit quality, biometric characteristics, and physiological responses of *Passiflora edulis* grafted onto different *Passiflora* spp. species. The study was conducted in a completely randomized design in a 3×2 factorial scheme, involving three species used as rootstocks (*P. edulis*, *P. gibertii*, and *P. cincinnata*), with *P. edulis* as the scion, under two salinity levels (0.5 dS m^{-1} – control and 4.5 dS m^{-1}), with four replications per treatment. Biometric, physiological, and post-harvest evaluations were performed to analyze the interaction between rootstocks and the effects of salt stress. The results showed that salinity significantly affected variables such as leaf number, plant height, transpiration rate, photosynthesis, total chlorophyll content, and total water consumption in *P. edulis* grafted plants. The species *P. edulis* and *P. gibertii* stood out as promising rootstocks, maintaining stable plant height and leaf number under saline conditions. Furthermore, *P. edulis* self-grafted developed efficient salt tolerance mechanisms, demonstrating high potential for cultivation in saline environments.

KEYWORDS: Grafting, *Passiflora gibertii*, *Passiflora cincinnata*, NaCl, gas exchange.

INTRODUÇÃO

O Brasil mantém sua posição como principal produtor mundial de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims), com uma produção anual em torno de 700 mil toneladas cultivadas em aproximadamente 46 mil hectares (CONAB, 2024). Essa produção representa cerca de 70 % do total global e é voltada principalmente para o consumo interno.

Na safra 2023/24, a produção nacional atingiu 711 mil toneladas, resultando em um Valor Bruto da Produção (VBP) de cerca de R\$ 2,39 bi, com produtividade média de 15.543 kg/ha (CONAB, 2024). A região Nordeste continua liderando, respondendo por 64 % dessa produção, seguida pelas regiões Sudeste (10 %) e Sul (8 %). Em 2023, o estado da Bahia se destacou como principal produtor nacional, com 253.857 toneladas — um aumento de 8,3 % em relação ao ano anterior (CONAB, 2024). Entretanto, apesar dessa expressiva produção, o Nordeste enfrenta desafios decorrentes do excesso de sais no solo, especialmente em áreas irrigadas, onde o manejo inadequado da água, a drenagem deficiente e a alta evapotranspiração agravam a salinização. Esses fatores afetam o estabelecimento e o desenvolvimento dos pomares, comprometendo o potencial produtivo, conforme apontam estudos anteriores (BRITO et al., 2014; LEITE et al., 2015; GADELHA et al., 2017).

O excesso de sais presentes na água e/ou no solo representa um dos principais fatores abióticos que afetam negativamente o desenvolvimento das plantas, especialmente no que tange às trocas gasosas, ao crescimento, à produção e à qualidade dos frutos. Esses efeitos são decorrentes das alterações nas funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, ocasionando distúrbios nas relações hídricas, modificações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, além do acúmulo de íons potencialmente tóxicos, em especial o sódio (Na^+) e o cloro (Cl^-) (NEVES et al., 2009; RIBEIRO et al., 2009; AMORIM et al., 2010).

Nas últimas décadas, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar os impactos do estresse salino na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), buscando compreender os mecanismos que levam à redução do desempenho produtivo da planta (MONTANA et al., 2014; FREIRE et al., 2014; MOURA et al., 2016a; SOUZA et al., 2016; MOURA et al., 2017). No entanto, observa-se que a maioria desses estudos concentra-se na análise do efeito da irrigação com águas de diferentes níveis salinos sobre plantas pé-franco, principalmente na fase inicial de produção de mudas. Até o presente momento, a literatura carece de informações mais aprofundadas sobre o comportamento das plantas de maracujazeiro amarelo enxertadas quando submetidas a condições de estresse salino durante a fase produtiva.

Tradicionalmente, o maracujazeiro amarelo é propagado por sementes, porém, para minimizar problemas fitossanitários causados por patógenos de solo, especialmente fungos do gênero *Fusarium*, a enxertia tem se mostrado uma alternativa promissora. Pesquisadores têm investigado o uso de porta-enxertos de espécies silvestres de *Passiflora* que apresentam algum grau de resistência a esses patógenos, com destaque para as combinações *P. edulis/P. gibertii* (CAVICHIOLI et al., 2011), *P. edulis/P. mucronata* (ALEXANDRE et al., 2013; OLIARI et al., 2016) e *P. nítila/P. edulis*, *P. gibertii/P. edulis*, *P. alata/P. edulis* (LIMA et al., 2017a). Muitas dessas espécies silvestres são nativas de regiões semiáridas, o que as dota de mecanismos fisiológicos eficientes para tolerar o estresse hídrico e salino, reforçando a importância de seu estudo como porta-enxertos sob condições de estresse salino para a agricultura.

Estudos recentes têm demonstrado que o estresse salino provoca alterações significativas nos parâmetros biométricos, fisiológicos e anatômicos de plantas de *Passiflora edulis* Sims propagadas por diferentes métodos. Moura et al. (2019, 2020) observaram que plantas propagadas por sementes e enxertia apresentaram maior sensibilidade ao estresse salino, evidenciada pela redução no crescimento, alterações na troca gasosa e modificações anatômicas nas folhas. Além disso, a avaliação comparativa entre métodos de propagação revelou que o uso da enxertia pode influenciar a tolerância das plantas ao sal, embora a sensibilidade ainda seja expressiva. Orjuela-Rodriguez et al. (2024) também destacaram que práticas como o uso de bioestimulantes e porta-enxertos têm potencial para mitigar os efeitos negativos da salinidade na fisiologia e qualidade dos frutos do maracujá. Esses resultados reforçam a importância de aprofundar o estudo do comportamento do

maracujazeiro enxertado sob condições salinas para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo em regiões afetadas pela salinidade.

Neste cenário, torna-se imprescindível a adoção de tecnologias de cultivo que reduzam os efeitos adversos do excesso de sais na água de irrigação, não apenas na fase inicial, mas ao longo de todo o ciclo de crescimento e produção da cultura. O desenvolvimento de técnicas que possibilitem uma produção agrícola sustentável e economicamente viável em ambientes salinos é, portanto, uma prioridade para o setor. Assim, o presente capítulo tem como objetivo avaliar o estresse salino sobre a qualidade dos frutos, parâmetros biométricos e características fisiológicas de *P. edulis* enxertado em diferentes espécies de *Passiflora* spp., contribuindo para o entendimento do potencial dessas combinações na mitigação dos efeitos deletérios do sal no cultivo do maracujazeiro amarelo.

METODOLOGIA

Local do experimento

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA (Latitude de 12°48'19"S, Longitude de 39°06'23"W e altitude de 225 m), no período de março de 2016 à agosto de 2017. O clima da região segundo Thornthwaite é C1dA'a' seco e subúmido (Embrapa, 2016), com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente.

Delineamento experimental e material vegetal

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três espécies de *Passiflora* (*P. edulis*, *P. gibertii* e *P. cincinnata*) e dois níveis de salinidade (0,5 – testemunha e 4,5 dS m⁻¹), com quatro repetições cada. O nível de 0,5 dS m⁻¹ corresponde a água local e 4,5 dS m⁻¹ foi preparada mediante dissolução do cloreto de sódio (NaCl), usando a seguinte fórmula: mgL⁻¹(NaCl)=640x(CEdesejada–CEatual), sendo CE desejada: a condutividade elétrica da água que se deseja estudar; CE atual: a condutividade elétrica atual da água disponível.

Inicialmente, sementes de *P. gibertii* (BGP008), *P. cincinnata* (BGP290) e *P. edulis* (BRS Gigante Amarelo) foram semeadas em tubetes com substrato Vivato®, após 90 dias realizou-se enxertia pelo método de garfagem em fenda cheia no topo. A copa utilizada foi a cultivar de *P. edulis* BRS Gigante Amarelo nas três espécies supracitadas, após enxertia as plantas foram submetidas a câmara úmida por sete dias para evitar a rápida desidratação da copa e permitir maior eficiência no pegamento (LIMA et al., 2017a).

Condições experimentais

As plantas foram transplantadas para sacolas de polietileno com capacidade de 3 kg de solo. Após 30 dias, as plantas enxertadas foram transplantadas para vasos de 40 dm³ com 40 kg de solo de área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura com as seguintes características físico-químicas: pH em água = 5,2; P = 2 mg.dm⁻³; K = 0,13 cmol_c.dm⁻³; Ca = 0,76 cmol_c.dm⁻³; Mg = 0,53 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,3 cmol_c.dm⁻³; Na = 0,03 cmol_c.dm⁻³; H+Al = 3,19 cmol_c.dm⁻³; SB = 1,45 cmol_c.dm⁻³; CTC = 4,64 cmol_c.dm⁻³; V = 31%; MO = 8 g.kg⁻¹; areia total 647 g.kg⁻¹; silte = 79 g.kg⁻¹; argila = 274 g.kg⁻¹; classificação textura Franco argilo arenoso. Em cada vaso foi adicionado 50 g de FTE BR12 + 50g de MAP + 50g de cloreto de potássio, os vasos foram protegidos com plástico a fim de evitar perdas de água por evaporação, os mesmos foram expostos em campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Aos 15 dias após transplantio, as plantas foram submetidas a irrigação com água salina conforme tratamentos. As irrigações foram realizadas em dias alternados, sendo o volume de água aplicado calculado conforme a seguinte fórmula: VI=(VA–VD)/0,9 , sendo VI o volume da água a ser aplicada na irrigação; VA o volume de água aplicado na irrigação anterior; e VD o volume de água drenado na irrigação anterior. O valor “0,9” corresponde o fator que fixa em 10% a fração de lixiviação, visando evitar acumulação excessiva de sais no substrato. O controle da drenagem foi realizado a cada irrigação, sendo acoplado um recipiente coletor na base de cada vaso. Após 60 dias do transplantio, foram realizadas fertigações com FORTH soluveis® (Nitrogênio 19%; Fosforo 19%; Cloreto de potassio 19%; Boro 0,02%; Magnésio 0,6%) mensais até a finalização do experimento.

As plantas foram conduzidas em espaldeiras verticais, com um fio de arame liso nº 12, situado a 2,0 m da superfície do solo. A poda do ramo principal foi realizada quando este passou 10 cm do fio de arame e, a poda dos dois ramos laterais foi efetuada quando ambos atingiram 1,5 m de distância da haste principal.

Caracteres biométricos

Aos 226 dias após início da irrigação com águas salinas, as plantas de maracujazeiro foram avaliadas quanto ao crescimento e desenvolvimento, através da altura de plantas (AP) a partir da enxertia em cm, número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) em mm, massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca da raiz (MSR) em gramas por planta.

Caracteres fisiológicos

No início do florescimento e frutificação (aos 136 e 226 dias após início das irrigações com água salina, respectivamente) as plantas foram avaliadas quanto a taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância

estomática (gs) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em folhas completamente desenvolvidas, entre 9 e 12 h, sob radiação saturante e sob condições ambientais de temperatura e concentração de CO_2 , utilizando-se o analisador de gás no infravermelho IRGA (LCI System, ADC, Hoddesdon). A clorofila total (CT) ($\mu\text{mol.g}^{-1}$) foi mensurada apenas no início do florescimento com clorofilômetro digital, o consumo hídrico total (CHT) em L planta^{-1} foi estimado no final do estudo pela diferença entre a água aplicada e drenada.

Caracteres físico-químicos dos frutos

Aos 226 dias após início das irrigações com água salina, os frutos de maracujazeiro foram avaliados quanto ao peso do fruto (PF), comprimento do fruto (CP), diâmetro do fruto (DF), espessura da casca (EC), peso da casca (PC), peso da polpa (PP), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT (JESUS et al., 2017).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$) com desdobramento das análises, sempre que a interação foi significativa. O fator quantitativo, relativo aos níveis de salinidade e o fator espécies foram analisados por meio da comparação de médias com base no teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote “agricolae” implementado no programa R (R Development Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicaram que o fator espécie influenciou significativamente os caracteres número de folhas (NF) e massa seca da copa (MSC), com níveis de significância de $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. Por outro lado, a salinidade não apresentou efeito significativo sobre as variáveis biométricas avaliadas. Entretanto, observou-se uma interação significativa entre as espécies e os níveis de salinidade para os caracteres número de folhas (NF) e altura de planta (AP), sendo esta influência estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

FV	AP (cm)	DC (mm)	NF	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)
Espécies	1474,7 ^{ns}	3,60 ^{ns}	66,78 [*]	0,08 ^{ns}	1,05 ^{**}	0,01 ^{ns}
Salinidade	871,2 ^{ns}	3,01 ^{ns}	6,0 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}
E x S	3222,9 [*]	0,07 ^{ns}	48,64 [*]	0,19 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	27,35	15,82	17,71	10,57	14,57	13,36
<i>P. edulis/Passiflora spp.</i>		Média				
<i>P. cincinnata</i>	81,00a	6,75a	13,37 c	4,86a	2,36ab	1,47a
<i>P. gibertii</i>	107,83a	5,61a	18,03 b	5,04a	2,05b	1,43a
<i>P. edulis</i>	90,83a	6,80a	18,66 a	5,05a	2,77a	1,47a
Nível de NaCl						
4,5	87,20a	6,03a	16,19a	4,80a	2,30a	1,42a
0,5	99,25a	6,74a	17,19a	5,15a	2,49a	1,50a

ns: não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** altamente significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NF: número de folhas, AP: Altura de plantas, DC: diâmetro de caule, MSF: massa seca das folhas, MSC: massa seca do caule e MSR: massa seca da raiz.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e médias dos caracteres biométricos de *P. edulis* enxertado em três porta-enxertos de *Passiflora* spp. aos 226 dias após início das irrigações com água salina.

Na análise da interação entre os fatores estudados, observou-se que a altura de planta (AP) da combinação *P. edulis/P. edulis* foi significativamente superior no tratamento com salinidade, apresentando um aumento de 45,5% em comparação ao tratamento de baixa salinidade. Em contrapartida, as plantas de *P. edulis* enxertadas sobre *P. cincinnata* e *P. gibertii* demonstraram decréscimos de 40,78% e 23,22%, respectivamente, na altura das plantas quando submetidas à condição salina, em relação ao tratamento sem salinidade (Figura 1A).

A redução da altura de planta em função do aumento da concentração de sais pode ser explicada pelos impactos negativos dos sais sobre os processos fisiológicos e metabólicos essenciais ao desenvolvimento vegetal. A salinidade compromete a capacidade das plantas em sintetizar substâncias fundamentais como proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, além de compostos orgânicos assimiláveis como carboidratos e açúcares, que são vitais para o ajustamento osmótico e crescimento (HEIDARI, 2009).

Considerando o desempenho das espécies, observou-se que o *P. edulis*, sob condição salina, destacou-se em relação às demais combinações, ao passo que, no tratamento controle, apresentou a menor altura. Este comportamento sugere que o autoenxerto de *P. edulis*, quando exposto ao estresse salino, pode ativar mecanismos fisiológicos que atenuam os efeitos deletérios dos sais, possibilitando maior crescimento em altura mesmo em ambiente adverso. Resultados semelhantes foram relatados por Moura et al. (2017), os quais observaram que plantas de *P. edulis* só apresentaram redução significativa na

altura a partir de uma condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de $4,7 \text{ dS m}^{-1}$. Da mesma forma, Souza et al. (2016) verificaram que a altura de plantas de *P. edulis* cultivadas em solo arenoso não foi afetada por uma CEa de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, evidenciando a existência de mecanismos de tolerância dessa espécie à salinidade.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, observou-se que o autoenxerto de *Passiflora edulis* apresentou maior tolerância à salinidade, refletida no aumento da altura de planta sob condição salina. Esse comportamento confirma a presença de mecanismos fisiológicos adaptativos ao estresse salino. Resultados semelhantes foram relatados por Orjuela-Rodriguez et al. (2024), que verificaram que o uso de bioestimulantes e o enxerto com espécies silvestres podem contribuir para a tolerância ao estresse salino em *Passiflora edulis f. edulis*, indicando o potencial do manejo fisiológico para mitigar os efeitos negativos do sal.

Além disso, Souto et al. (2023) demonstraram que a enxertia com espécies silvestres e o uso de cobertura morta influenciaram positivamente os aspectos nutricionais e a produção de maracujazeiros amarelo enxertados, mesmo em ambiente salino. Pereira et al. (2025) também destacaram o papel do estresse salino na fisiologia de mudas de *Passiflora edulis*, mostrando que o uso de silicato e fertilizante de liberação controlada melhorou o crescimento das plantas sob salinidade. Já o estudo de Toro-Tobón et al. (2024), embora focado em déficit hídrico em *Passiflora tripartita var. mollissima*, reforça a importância das respostas anatômicas e fisiológicas como estratégias adaptativas em espécies do gênero *Passiflora* frente a estresses abióticos. Dessa forma, nossos achados corroboram com a literatura ao evidenciar a capacidade do autoenxerto de *P. edulis* em ativar mecanismos de tolerância que favorecem seu desenvolvimento em condições adversas de salinidade.

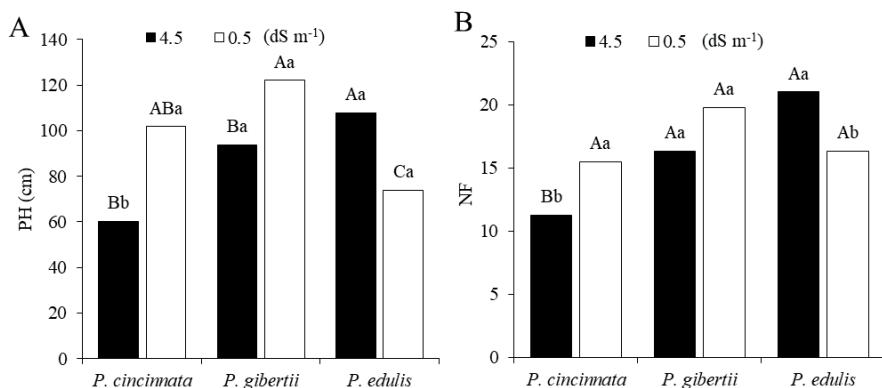


Figura 1. Caracteres biométricos de plantas de *P. edulis* enxertada em três porta-enxertos de *Passiflora* spp. submetidas ao estresse salino. A: número de folhas (NF); B: altura de plantas (AP) aos 226 dias após inicio das irrigações com água salina. Médias seguidas por letras iguais, minúsculas (espécie) e maiúsculas (salinidade) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A análise dos dados revelou que, entre os materiais testados, o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. edulis*) autoenxertado apresentou o maior número de folhas, seguido do porta-enxerto *P. gibertii*, ambos significativamente superiores ao *P. cincinnata*, com incrementos de 39,56% e 34,85%, respectivamente (Tabela 1). Esse resultado indica o potencial da espécie autoenxertada para manter a emissão foliar, mesmo sob condições adversas, como o estresse salino.

Na interação entre espécies e níveis de salinidade, observou-se que a combinação *P. edulis/P. cincinnata* foi negativamente afetada pela condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 4,5 dS m⁻¹, resultando na menor produção foliar em comparação com as demais combinações. Especificamente, essa combinação apresentou redução de 27,41% no número de folhas (NF) em relação ao tratamento não salino. A redução no crescimento foliar pode ser atribuída à menor absorção de água e nutrientes, consequência do estresse salino, que provoca desequilíbrio osmótico e ativa mecanismos fisiológicos de defesa nas plantas, como o ajuste osmótico e a redução da taxa de crescimento celular (DEINLEIN et al., 2014; GUERZONI et al., 2014; TORO-TOBÓN et al., 2024).

Em contrapartida, *P. edulis* autoenxertado apresentou aumento de 28,67% no NF sob alta salinidade, sugerindo que o uso da própria espécie como porta-enxerto pode induzir mecanismos de tolerância, o que foi corroborado por incrementos observados também na área foliar (Figura 1A). Esta resposta positiva reforça a viabilidade da autoenxertia como estratégia para mitigar os efeitos do estresse salino na cultura do maracujazeiro, em consonância com estudos prévios que demonstram a tolerância de *P. edulis* e *P. gibertii* a níveis de salinidade de até 4,7 dS m⁻¹ (MOURA et al., 2016a; ORJUELA-RODRIGUEZ et al., 2024).

Contudo, ressalta-se que um maior número de folhas nem sempre implica em maior área foliar efetiva, pois o estresse salino pode causar redução no tamanho das folhas. Assim, análises morfofisiológicas complementares são recomendadas para a adequada interpretação da produtividade fotossintética da planta em ambientes salinos.

Em relação à massa seca do caule (MSC), observou-se que as combinações *P. edulis/P. edulis* e *P. edulis/P. cincinnata* apresentaram superioridade de 35,12% e 15,12%, respectivamente, em comparação com *P. edulis/P. gibertii* (Tabela 1). Tal diferença pode ser atribuída à compatibilidade anatômica entre os tecidos do xilema e floema entre copa e porta-enxerto. Em combinações menos compatíveis, como com *P. gibertii*, podem ocorrer restrições no fluxo de seiva e de reguladores de crescimento, como as giberelinas, que desempenham papel essencial na divisão e elongação celular (RODRIGUES e LEITE, 2004; SANTOS et al., 2010).

Segundo Lima et al. (2017a), o menor diâmetro do caule de algumas espécies pode limitar a massa seca acumulada na parte aérea, além de a localização do ponto de enxertia influenciar no transporte de hormônios e compostos sinalizadores. A menor MSC observada na combinação com *P. gibertii* pode estar associada à menor acumulação

de giberelinas, conforme também sugerido por Morgado et al. (2015), o que compromete diretamente o crescimento longitudinal da copa enxertada. Estudos recentes também indicam que a escolha do porta-enxerto pode influenciar diretamente o desempenho fisiológico e anatômico da planta, inclusive em condições de estresse salino (SOUTO et al., 2023). Porta-enxertos que promovem maior estabilidade no transporte de nutrientes e hormônios tendem a apresentar melhores resultados em parâmetros de crescimento.

A análise de variância para os caracteres fisiológicos demonstrou que houve efeito significativo do fator espécie apenas para o carbono interno (C_i) durante a fase de florescimento ($p < 0,05$). Já a salinidade influenciou significativamente as taxas de transpiração (E) e fotossíntese líquida (A) na fase de florescimento, além da transpiração na frutificação (Tabela 2). A clorofila total e o consumo hídrico foram significativamente afetados apenas pelo fator salinidade, sem interação com o fator espécie.

FV	Florescimento				Frutificação				CT	CHT
	C_i	E	gs	A	C_i	E	gs	A		
Espécies	1722,7*	0,22 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,66 ^{ns}	4080,3 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,001 ^{ns}	1,36 ^{ns}	64,44 ^{ns}	86,05 ^{ns}
Salinidade	318,2 ^{ns}	1,40*	0,003 ^{ns}	14,57*	3125,8 ^{ns}	0,75*	0,003 ^{ns}	2,40 ^{ns}	765,01*	3112,0**
E x S	732,9 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,17 ^{ns}	84,28 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,001 ^{ns}	1,07 ^{ns}	6,95 ^{ns}	20,72 ^{ns}
CV (%)	10,42	25,07	40,57	21,19	25,23	20,27	40,41	22,54	28,52	9,52
<i>P. edulis/Passiflora</i> spp. Média										
<i>P. cincinnata</i>	214,11ab	1,93a	0,11a	8,60a	185,93a	1,73a	0,08a	5,47a	45,33a	588,44a
<i>P. gibertii</i>	198,18b	1,77a	0,10a	8,42a	226,41a	1,96a	0,08a	5,91a	41,62a	85,37a
<i>P. edulis</i>	227,5a	2,11a	0,12a	8,03a	223,53a	1,80a	0,08a	5,04a	47,20a	91,93a
Nível de NaCl (dS ⁻¹)										
4,5	209,62a	1,70b	0,10a	7,57b	200,55a	1,65b	0,07a	5,17a	39,07b	77,01b
0,5	216,90a	2,18a	0,12a	9,13a	223,37a	2,0a	0,10a	5,80a	50,36a	100,15a

ns: não significativo, * significativo ($p \leq 0,05$) e ** altamente significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e média dos caracteres: Concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), condutância estomática (gs), Taxa de assimilação de CO₂ (A), Clorofila total (CT) e Consumo hídrico total (CHT), em plantas enxertadas de maracujazeiro aos 136 e 226 dias após inicio das irrigações com água salina.

Os dados indicam que, em condições salinas, as plantas ajustam seus mecanismos fisiológicos de forma distinta, dependendo da combinação copa/porta-enxerto. A redução da transpiração e da fotossíntese pode ser atribuída à menor condutância estomática e à limitação de entrada de CO₂, o que afeta diretamente o desempenho fotossintético e o acúmulo de biomassa. Esses efeitos são comuns em espécies submetidas ao estresse por sais, como demonstrado por estudos com outras espécies do gênero *Passiflora* (TORO-TOBÓN et al., 2024; PEREIRA et al., 2025).

Além disso, o uso de técnicas como a enxertia, aliado ao uso de bioestimulantes ou fertilizantes de liberação controlada, pode contribuir significativamente para a mitigação dos efeitos deletérios da salinidade (ORJUELA-RODRIGUEZ et al., 2024; PEREIRA et al., 2025). Esses insumos, ao promoverem maior equilíbrio hormonal e nutricional, favorecem o funcionamento fisiológico das plantas e a estabilidade metabólica em ambientes estressantes.

A avaliação realizada durante o estádio de florescimento do maracujazeiro enxertado revelou variações expressivas nos valores de concentração interna de carbono (C_i), dependendo do porta-enxerto utilizado. Os dados evidenciaram maior acúmulo de C_i em plantas de *Passiflora edulis* autoenxertadas ($227,5 \mu\text{mol mol}^{-1}$), enquanto os menores valores foram registrados em plantas enxertadas sobre *P. edulis/P. gibertii* ($198,18 \mu\text{mol mol}^{-1}$). No entanto, durante o estádio de frutificação, não foram observadas diferenças significativas para esse parâmetro (Tabela 2), indicando que a enxertia exerce efeito fisiológico mais pronunciado durante a fase de florescimento.

A concentração elevada de C_i no mesófilo foliar pode indicar que o dióxido de carbono não está sendo adequadamente utilizado na síntese de açúcares via fotossíntese, sugerindo, portanto, a presença de restrições não estomáticas ao processo fotossintético (LARCHER, 2006). Esses dados corroboram os achados de Freire et al. (2014), que também relataram valores elevados de C_i ($229,4 \mu\text{mol mol}^{-1}$) em *P. edulis* durante a fase de frutificação. Situação similar foi observada por Brito et al. (2016) em porta-enxertos de citros, onde diferentes combinações de enxertia resultaram em variações na capacidade de transporte de elétrons e nas trocas gasosas, atribuídas à variabilidade genética entre as espécies testadas.

Durante a fase de floração, a irrigação com água salina (condutividade elétrica de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) reduziu a taxa transpiratória das plantas para $1,70 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, representando uma queda de 22% em relação ao tratamento controle ($2,18 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Tabela 2). Esse decréscimo é resultado do efeito fisiológico adverso provocado pelos sais, conforme também descrito por Dias et al. (2016). Comportamento semelhante foi registrado em outras culturas, como pinhão-manso (Silva et al., 2010), *P. edulis* (Freire et al., 2014) e mamona (Lima et al., 2017b), onde o estresse salino provocou restrições à transpiração foliar.

O fechamento parcial dos estômatos, desencadeado pelo estresse osmótico e pela toxicidade iônica, é uma das principais causas da redução na transpiração (NEVES et al., 2009). Esse ajuste estomático atua como uma estratégia adaptativa para limitar perdas excessivas de água e preservar o balanço hídrico na epiderme foliar (RIBEIRO et al., 2009).

A taxa de assimilação líquida de CO_2 (A) também foi impactada negativamente pela salinidade. As plantas submetidas à irrigação com água salina apresentaram taxa média de $7,57 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, significativamente inferior ao valor observado no controle ($9,13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), resultando em uma redução de 17% (Tabela 2). Essa tendência de declínio na

assimilação líquida de carbono sob condições salinas é típica de espécies glicófitas (FREIRE et al., 2014) e reflete o comprometimento tanto do processo fotossintético quanto da transpiração.

Resultados semelhantes foram reportados por Cha-um e Kirdmanee (2011) e Freire et al. (2014), que observaram distúrbios fisiológicos significativos em espécies glicófitas sob estresse salino. Adicionalmente, estudos realizados com feijão-de-corda (NEVES et al., 2009; SILVA et al., 2013) e sorgo (COELHO et al., 2018) também registraram queda na taxa fotossintética decorrente do fechamento estomático. O estresse salino prolongado altera a condutância estomática, reduzindo o influxo de CO₂ no mesófilo e, consequentemente, comprometendo a fotossíntese. Além disso, altas concentrações de íons podem danificar enzimas e membranas celulares, agravando os efeitos deletérios sobre a fotossíntese (SILVA et al., 2011).

Durante a frutificação, a taxa transpiratória também foi reduzida sob estresse salino, atingindo 1,65 mmol H₂O m⁻² s⁻¹, o que representa uma inibição de 17,5% em comparação ao tratamento controle. Esse padrão foi similar ao observado durante o florescimento (Tabela 2), reforçando a consistência da resposta fisiológica ao estresse hídrico salino. Estudos anteriores em feijão-de-corda (NEVES et al., 2009; SILVA et al., 2013) e sorgo (COELHO et al., 2018) confirmam que o estresse salino compromete negativamente os fluxos transpiratórios das plantas.

Adicionalmente, a salinidade da água de irrigação afetou significativamente a concentração de clorofila total e o consumo hídrico total das plantas, resultando em reduções de 22,4% e 23,1%, respectivamente, quando comparadas ao tratamento com baixa salinidade (0,5 dS m⁻¹) (Tabela 2). A redução na concentração de clorofila é atribuída ao impacto dos íons salinos sobre a biossíntese dos pigmentos fotossintéticos, afetando diretamente a integridade estrutural do cloroplasto (ALI et al., 2004). A salinidade compromete a absorção de água e nutrientes, interferindo no funcionamento do complexo pigmento-proteico responsável pela captura de energia luminosa.

Os índices de fluorescência da clorofila são indicadores sensíveis da eficiência fotossintética das plantas. Níveis ideais de fluorescência indicam bom desempenho fisiológico, enquanto sua redução está associada a estresses ambientais (MENDONÇA et al., 2010). Nesse contexto, Freire et al. (2014) constataram uma redução de 9,2% na fluorescência máxima em *P. edulis* sob irrigação com água de 4,5 dS m⁻¹ em relação à água de baixa salinidade, resultados esses coerentes com as observações do presente estudo.

A queda no consumo hídrico sob condições salinas é consequência direta da redução do potencial hídrico da solução do solo, provocada pela presença de NaCl, o que restringe a disponibilidade de água para as plantas (DIAS et al., 2016). Tal restrição culmina na diminuição da transpiração e da fotossíntese, como observado nesta pesquisa. Estudos realizados por Montana et al. (2014) e Moura et al. (2017) em espécies do gênero *Passiflora* reportam resultados semelhantes, confirmando a sensibilidade dessas plantas ao estresse salino.

Esses resultados indicam que, apesar dos efeitos fisiológicos expressivos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas e a fotossíntese, a qualidade físico-química

dos frutos apresenta relativa estabilidade frente ao estresse salino, sendo influenciada mais fortemente pelas características genéticas dos porta-enxertos do que pela salinidade da água de irrigação.

No que se refere às características físico-químicas dos frutos (Tabela 3), a análise de variância revelou efeito significativo do fator espécie apenas para espessura da casca (EC), teor de sólidos solúveis (SS) e a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Para o fator salinidade e para a interação entre os fatores espécie e salinidade, não foram detectados efeitos significativos nos parâmetros avaliados.

A avaliação da qualidade dos frutos em sistemas de cultivo sob estresse salino tem revelado a importância da escolha adequada de porta-enxertos, bem como das técnicas de manejo que possam atenuar os efeitos deletérios da salinidade. No presente estudo, observou-se que a espessura da casca dos frutos de *Passiflora edulis* autoenxertado foi significativamente superior (8,55 mm) em relação às demais combinações de enxertia (Tabela 3). No entanto, esse valor ainda é inferior ao relatado por Nascimento et al. (2015), que encontraram espessura média de 9,25 mm em condições controladas. Já os porta-enxertos *P. cincinnata* e *P. gibertii* apresentaram valores inferiores, quando comparados ao resultado de Freire et al. (2010), que relataram espessura média de 7,11 mm em frutos de plantas submetidas à irrigação com água salina (4,5 dS m⁻¹).

FV	PF	CF	DF	EC	PC	PP	SS	AT	SS/AT
Espécies	1,20 ^{ns}	49,26 ^{ns}	19,79 ^{ns}	6,00*	98,13 ^{ns}	103,68 ^{ns}	13,87*	0,18 ^{ns}	2,29*
Salinidade	1744,2 ^{ns}	306,02 ^{ns}	101,27 ^{ns}	0,96 ^{ns}	5,14,3 ^{ns}	446,34 ^{ns}	8,76 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,66 ^{ns}
E x S	2969,7 ^{ns}	109,97 ^{ns}	108,43 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1117,5 ^{ns}	426,16 ^{ns}	3,89 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,48 ^{ns}
CV (%)	33,67	11,37	9,85	15,33	41,19	32,43	16,00	16,34	18,98
<i>P. edulis/Passiflora spp.</i>					Media				
<i>P. cincinnata</i>	138,16a	79,93a	71,10a	7,03b	74,08a	62,12a	10,93b	3,15a	3,68b
<i>P. gibertii</i>	137,53a	81,02a	68,02a	7,06b	68,66a	69,32a	12,06ab	3,27a	3,76b
<i>P. edulis</i>	137,45a	84,67a	70,13a	8,55a	75,21a	65,68a	13,56a	2,97a	4,65a
Nível de NaCl (dS ⁻¹)									
4,5	129,19a	78,30a	67,70a	7,35a	68,02a	61,40a	11,58a	3,06a	3,86a
0,5	146,24a	85,45a	71,80a	7,75a	77,28a	70,02a	12,79a	3,20a	4,20a

ns: não significativo e * significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PF: peso do fruto; CF: comprimento do fruto; DF: diâmetro do fruto; EC: espessura da casca; PC: peso da casca; PP: peso da polpa; SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável e SS/AT: relação sólidos solúveis, acidez titulável.

Tabela 3: Resumo da análise de variância e médias para a qualidade de frutos de *P. edulis* enxertada em porta-enxertos de *Passiflora* spp. submetidas ao estresse salino.

A espessura da casca é um atributo relevante, uma vez que frutos com casca mais fina tendem a apresentar maior proporção de polpa (NASCIMENTO et al., 2015), o que é

desejável tanto do ponto de vista industrial quanto sensorial. Todavia, neste estudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na massa de polpa dos frutos em função da salinidade ou do porta-enxerto empregado (Tabela 3). Este achado sugere uma possível mitigação dos efeitos da salinidade, possivelmente atribuída à técnica de enxertia, a qual pode atuar como mediadora do transporte de água e nutrientes, conferindo maior estabilidade fisiológica às plantas enxertadas, conforme discutido por Orjuela-Rodriguez et al. (2024), que relataram respostas positivas à enxertia em *P. edulis* sob estresse salino.

No que se refere ao teor de sólidos solúveis (SS), observou-se que os frutos oriundos da autoenxertia de *P. edulis* apresentaram os maiores valores (13,56 °Brix), seguidos dos frutos oriundos do porta-enxerto *P. gibertii* (12,06 °Brix). Por sua vez, *P. cincinnata* apresentou o menor valor (10,39 °Brix). Nascimento et al. (2015) reportaram valores máximos de 12,78 e 11,29 °Brix para frutos submetidos a tratamentos com e sem o uso de biofertilizantes combinados com NPK, respectivamente. De forma semelhante, Freire et al. (2010) e Dias et al. (2011), ao investigarem o uso de biofertilizantes em condições salinas (4,5 dS m⁻¹), obtiveram frutos com 10,26 e 12,1 °Brix, respectivamente.

Na presente investigação, não foram detectadas diferenças estatísticas no teor de SS entre os níveis de salinidade aplicados, o que reforça a hipótese de que a enxertia exerceu efeito tamponante frente ao estresse salino, promovendo a manutenção da qualidade dos frutos. Tal hipótese é corroborada por estudos recentes como os de Moura et al. (2020, 2021), que observaram alterações anatômicas e fisiológicas favoráveis em *Passiflora edulis* propagadas por diferentes métodos sob salinidade, e por Orjuela-Rodriguez et al. (2024), que demonstraram a eficácia da enxertia na mitigação do estresse salino em maracujazeiro-roxo (*P. edulis f. edulis*).

Além disso, os valores de SS obtidos para a autoenxertia de *P. edulis* e para o porta-enxerto *P. gibertii* encontram-se dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação vigente. Segundo o regulamento técnico do Ministério da Agricultura para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) da polpa de maracujá, o teor mínimo de sólidos solúveis deve ser de 11 °Brix (RAIMUNDO et al., 2009). Dessa forma, o valor observado para *P. cincinnata* (10,39 °Brix) é considerado inadequado para a produção de polpa, o que possivelmente está relacionado às características genéticas da espécie, como evidenciado por Morais (2017), que encontrou valores variando entre 9,07 e 11,90 °Brix em frutos de *P. cincinnata*.

A razão entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), um indicador importante de palatabilidade e equilíbrio sensorial dos frutos, foi superior na autoenxertia de *P. edulis*, sendo este resultado coerente com os valores observados para condutividade elétrica e sólidos solúveis (Tabela 3), bem como com os parâmetros de crescimento registrados (Tabela 1). Moura et al. (2016b) encontraram razões SS/AT de 6,65 e 5,55 em plantas de *P. edulis* submetidas a diferentes doses de nitrogênio, valores superiores aos obtidos no

presente estudo, resultado este atribuível à fertilização nitrogenada. Por sua vez, Morais (2017) relatou valores de SS/AT em *P. cincinnata* variando de 1,81 a 2,57, inferior ao observado neste trabalho, sugerindo que a enxertia com *P. edulis* pode ter proporcionado benefícios expressivos na qualidade sensorial do fruto, ao conferir maior acúmulo de açúcares em detrimento da acidez.

A relação SS/AT tem sido reconhecida como parâmetro mais representativo da qualidade sensorial do que a avaliação isolada de sólidos solúveis ou acidez, pois traduz com maior fidelidade o equilíbrio entre açúcares e ácidos, contribuindo assim para uma maior aceitação do fruto (BRITO NETO et al., 2011). Esses resultados reforçam a relevância da escolha criteriosa do porta-enxerto e da técnica de enxertia como ferramentas promissoras para o cultivo do maracujazeiro sob condições adversas, como salinidade, como também evidenciado por estudos de Souto et al. (2023), que mostraram efeitos positivos da enxertia na nutrição e produtividade do maracujazeiro amarelo.

Em conjunto, as evidências aqui apresentadas e aquelas descritas na literatura recente demonstram que o uso de técnicas como enxertia, aplicação de bioestimulantes e controle nutricional pode representar uma estratégia agronomicamente viável e eficaz para atenuar os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas de maracujazeiro e melhorar seus parâmetros de qualidade de fruto (PEREIRA et al., 2025; TORO-TOBÓN et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação permitiu elucidar importantes aspectos fisiológicos, morfoanatômicos e bioquímicos relacionados à resposta de plantas enxertadas de *Passiflora edulis* sob estresse salino. Os dados obtidos evidenciam que o estresse salino compromete significativamente variáveis agronômicas como número de folhas, altura de planta, taxa de transpiração, atividade fotossintética, teor de clorofila total e o consumo hídrico total, indicando um impacto direto na eficiência fisiológica das plantas submetidas a condições adversas de salinidade.

Dentre as combinações de enxertia avaliadas, a autoenxertia de *P. edulis* destacou-se por apresentar maior eficiência nos caracteres de crescimento, nas trocas gasosas e nos parâmetros de qualidade físico-química dos frutos, demonstrando-se como uma estratégia promissora de manejo para cultivo em ambientes com restrição hídrica e salina. Esse desempenho superior está possivelmente associado à maior compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, favorecendo a condução de água e nutrientes, bem como a ativação de mecanismos fisiológicos de tolerância.

Além disso, os porta-enxertos *P. gibertii* e *P. edulis* mostraram-se viáveis para o uso em ambientes salinos, sem comprometer a altura da planta e o número de folhas, aspectos relevantes para o estabelecimento inicial e a sustentabilidade do cultivo. Embora *P. cincinnata* apresente limitações quanto à qualidade da polpa, especialmente no teor de sólidos solúveis, seu comportamento agronômico ainda requer estudos adicionais para melhor compreensão de suas restrições genéticas e fisiológicas sob estresse salino.

Por fim, os resultados demonstram que a autoenxertia de *P. edulis* constitui uma estratégia agronomicamente eficiente para produção em ambientes salinizados, contribuindo com mecanismos vitais para a tolerância à salinidade, e oferecendo alto potencial de produção, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. Tais evidências reforçam a importância da escolha adequada de combinações de enxerto e porta-enxerto como ferramenta para o manejo sustentável em regiões semiáridas, além de subsidiar futuras pesquisas voltadas à mitigação dos efeitos do estresse salino em frutíferas tropicais.

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

Com base nos resultados obtidos e na análise integrada dos aspectos fisiológicos, agronômicos e qualitativos dos frutos de *Passiflora edulis* sob condições de salinidade, apresentam-se as seguintes recomendações técnicas para a produção de maracujazeiro em ambientes com estresse salino:

1. Escolha do Porta-Enxerto:

- Recomenda-se o uso da autoenxertia de *P. edulis* como prática preferencial para cultivo em áreas com salinidade moderada, devido à sua melhor performance em crescimento vegetativo, trocas gasosas e qualidade dos frutos.
- O porta-enxerto *P. gibertii* também se mostra adequado, especialmente em situações onde a autoenxertia não é viável. Apesar de desempenho ligeiramente inferior, os frutos apresentaram sólidos solúveis compatíveis com os padrões de qualidade.
- O uso de *P. cincinnata* deve ser avaliado com cautela, especialmente para fins de produção de polpa, em virtude do baixo teor de sólidos solúveis observado, possivelmente devido às características genéticas da espécie.

2. Manejo da Salinidade:

- Embora as plantas enxertadas tenham demonstrado resiliência sob estresse salino, é recomendável monitorar constantemente a condutividade elétrica da água de irrigação, mantendo-a abaixo de 4,5 dS m⁻¹, para evitar prejuízos fisiológicos severos.
- O uso de biotécnicas complementares, como aplicação de bioestimulantes ou fertilizantes de liberação controlada, pode atenuar os efeitos da salinidade, conforme apontado por Orjuela-Rodríguez et al. (2024) e Pereira et al. (2025).

3. Nutrição e Irrigação:

- A fertilização equilibrada, com destaque para o fornecimento de nitrogênio, é essencial para manter a produtividade e a qualidade dos frutos, como demonstrado por Moura et al. (2016b).

- Deve-se adotar sistemas de irrigação por gotejamento com manejo eficiente da lâmina de irrigação, visando à economia de água e à redução do acúmulo de sais na zona radicular.
4. Avaliação Fisiológica e da Qualidade dos Frutos:
 - Recomenda-se o monitoramento regular de variáveis fisiológicas, como fotossíntese e condutância estomática, como indicadores da tolerância ao estresse e da eficiência hídrica das plantas.
 - Para fins comerciais, deve-se assegurar que o teor de sólidos solúveis (SS) seja superior a 11 °Brix, conforme exigido pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpas de maracujá, evitando o uso de materiais genéticos ou porta-enxertos que comprometam essa qualidade.
 5. Recomendações para Pesquisa e Extensão Rural:
 - Novos estudos devem ser incentivados para avaliação de diferentes genótipos e combinações de enxertia em condições edafoclimáticas variadas, especialmente em áreas semiáridas.
 - A extensão rural deve priorizar a capacitação de produtores e técnicos agrícolas no uso da enxertia como ferramenta para o manejo da salinidade, promovendo a adoção de tecnologias sustentáveis e adaptadas às condições locais.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, R.S.; LOPES, J.C.; TIRADENTES, A.T.; BRUCKNER, C.H.; OTONI, W.C. Metodologia de minienxertia em maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.35, n.1, p.329-332, 2013.
- ALI, Y.; ASLAM, Z.; ASHRAF M. Y.; TAHIR, G. R. Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield components of rice genotypes grown under saline environment. *International Journal of Environmental Science e Technology*, v.1, n.3, p. 221-225, 2004.
- AMORIM, A. F.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.
- BRITO, M. E. B.; SILVA SÁ, F. V.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; PEREIRA, F. H. F.; SOARES FILHO, W. S. Crescimento e trocas gasosas de porta-enxertos de citros em sistema hidropônico alternativo, *Iriga*, Edição Especial, p. 166-180, 2016.
- BRITO, M.E.B., FERNANDES, P.D., GHEYI, H.R., MELO, A.S., SOARES FILHO, W.S., SANTOS, R.T., Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. *Caatinga*. v.27, n.1, p.17-27, 2014.
- BRITO NETO, J.F.; PEREIRA, W.E.; CAVALCANTE, L.F.; ARAÚJO, R.C.; LACERDA, J.S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro 'sunrise solo' em função de doses de nitrogênio e boro. *Semina: Ciências Agrária*. v.32, n.1, p.69-80, 2011

CAVICHIOLI, J.C.; CORRÊA, L. de S.; GARCIA, M.J. de M.; FISCHER, I.H. Desenvolvimento, produtividade e sobrevivência de maracujazeiro-amarelo enxertado e cultivado em área com histórico de morte prematura de plantas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, n.2, p.567-574, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Produção de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims*) no Brasil – safra 2023/2024: 711 mil toneladas, valor bruto da produção de R\$ 2,39 bilhões, com produtividade média de 15.543 kg/ha. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 9 jun. 2025.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. *Scientia Agricola*. v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed Lavras: UFLA, 2005.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; SALVIANO, A. M.; MESQUITA, A. C.; ALBERTO, K. C. Gas exchange and organic solutes in forage sorghum genotypes grown under different salinity levels, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.22, n.4, p.231-236, 2018.

DEINLEIN U.; STEPHAN A. B.; HORIE , T. LUO. W, XU. G.; SCHROEDER J. I. Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends in Plant Science*, v. 6, p. 371-379, 2014.

DIAS, N.S.; BLANCO, F.F.; SOUZA, E.R.; FERREIRA, J.F.S.; SOUSA NETO, O.N.; QUEIROZ, I.S.R., Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H.R., Dias, N.S., Lacerda,

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, BA: variabilidade e tendências climáticas/Silva, T. S. M., Coelho Filho, M. A., Coelho, E. F. – [recurso eletrônico] - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2016.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

FREIRE, J. L. O. CAVALCANTE, L. F. ; REBEQUI, A. M. ; DIAS, T. J. ; NUNES, J. C. ; CAVALCANTE, Í. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

GADELHA, C.G.; MIRANDA, R.S.; ALENCAR, N.L.M.; COSTA, J.H.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E.; Exogenous nitric oxide improves salt tolerance during establishment of *Jatropha curcas* seedlings by ameliorating oxidative damage and toxic ion accumulation. *J. Plant Physiol.* v.212, n.1, p. 69–79, 2017.

GOMES FILHO, C.F. E. . Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSAL. p.151-161. 2016.

GUERZONI, J. T. S., BELINTANI, N. G., MOREIRA, R. M. P., HOSHINO, A. A., DOMINGUES, D. S., BESPALHOK FILHO, J. C., VIEIRA, L. G. E., 2014. Stress-induced D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) gene confers tolerance to salt stress in transgenic sugarcane. *Acta Physiologae Plantarum*, v. 36, p. 309–2319, 2014.

HEIDARI, M. Variation in seed germination, seedling growth, nucleic acid and biochemical component in canola (*Brassica napus* L.) under salinity stress. *Asian Journal of Plant Science*, v. 8, p. 557-561, 2009.

JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; FALEIRO, F. G.; SOARES, T. L.; GIRARDI, E. A.; Illustrated morpho-agronomic descriptors for *Passiflora* spp. editors. – Brasília, DF : Embrapa, 2017, 122 p.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. 1. ed. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LEITE, M. J. H.; GOMES, A. D. V.; SANTOS, R. V. Comportamento inicial do maracujazeiro em solos afetados por sais submetidos a tratamentos alternativos com o uso de coprodutos de mineradoras, *Irriga*, v. 20, n. 3, p. 401-413, 2015.

LIMA, L.K.S.; SOARES, T.L.; SOUZA, E.H.; JESUS, O.N.; GIRARDI, E.A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. *Sci. Hortic.* v.215, n.1, p.134–141. 2017a.

LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; FURTADO, G. F. Trocas gasosas, pigmentos cloroplastídicos e dano celular na mamoneira sob diferentes composições catiônica da água. *Irriga*, v. 22, n.4, p.757-774, 2017b.

MENDONÇA, A. V. R.; FREITAS, T. A. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp submetidas a estresse salino. *Ciência Florestal*, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.

MORAIS, L. S. Avaliação das características físico químicas do *Passiflora cincinnata* em condições ambientes e refrigeradas. 25p. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília Faculdade UnB - curso de Gestão do Agronegócio, Planaltina –DF.

MORGADO, M.A.D.; BRUCKNER, C.H.; ROSADO, L.D.S.; SANTOS, C.E.M.; Development of passion fruit grafted on passiflora wild species. *Rev. Bras. Frutic.* p. 37, n. 1, p.471–479. 2015.

MOURA, R. S.; SOARES, T. L.; LIMA, L. K. S.; GHEYI, H. R.; DIAS, E. A.; JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A. Salinity-induced changes in biometric, physiological and anatomical parameters of *Passiflora edulis* Sims plants propagated by different methods. *Archives of Agronomy and Soil Science*, [s.l.], v. 66, n. 11, p. 1552–1567, 2020. DOI: 10.1080/03650340.2019.1688789.

MOURA, R. S.; SOARES, T. L.; LIMA, L. K. S.; GHEYI, H. R.; DIAS, E. A.; JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A. Effects of salinity on growth, physiological and anatomical traits of *Passiflora* species propagated from seeds and cuttings. *Brazilian Journal of Botany*, [s.l.], v. 44, n. 2, p. 311–325, 2021. DOI: 10.1007/s40415-020-00675-8.

MOURA, R.S.; GHEYI, H. R.; COELHO FILHO, M.A.; JESUS, O.N.; LIMA, L.K.S.; CRUZ, C.S. Formation of seedlings of species from the genus *Passiflora* under saline stress, *Biosci. J.* v.33, n.5, p.1197-1207, 2017.

MOURA, R.S.; GHEYI, H.R.; COELHO FILHO, M.A.; JESUS, O.N.; SILVA SÁ, F.V.; LIMA, L.K.S. Tolerance of passion fruit species under salt stress. *International Journal of Current Research*, v.8, n.9, p.37689-37695, 2016a.

MOURA, R. S.; RIBEIRO, A. A; SIMEAO, M.; SIMAO, L. P. L.; SOUSA, D. R.; SILVA, E. M.; LIMA, C. J. G. S.; SILVA JUNIOR, G. B. Productivity and physico chemical quality of yellow passion-fruit cultivated under different nitrogen sources through fertigation, *International Journal of Current Research*, v. 8, n.11, p.42003- 42009, November, 2016b.

MONTAÑA, A. L.; GERHARD, F.; STANISLAV, M.; GUILLERMO, Z. Effect of NaCl salinity on seed germination and seedling emergence of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Agronomía Colombiana*, v. 32, n. 2, p.188-195, 2014.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; MEDEIROS, S. A. S.; DIAS, T. J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina, *Irriga*, v. 20, n. 2, p. 220-232, 2015.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-cordas irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, v. 39, p.758-765, 2009.

OLIARI, L.S.; GILES, J.A.D.; MAYRINCK, L.G.; OLIVEIRA, J.P.B.; LOPES, J.C.; OTONI, W.C.; SCHMILD, E.R.; AOYAMA, E.M.; ALEXANDRE, R.S. Mini-grafting of adult *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. scions onto vegetatively propagated adult rootstocks of *P.mucronata* Lam. *Australian Journal of Crop Science*, v.10, n.1, p.490-496, 2016.

ORJUELARODRIGUEZ, A. M.; CASTILLABAQUERO, J. E.; BALAGUERALÓPEZ, H. E. Can biostimulants and grafts alleviate salinity stress on purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims.)? *Agronomía Colombiana*, Bogotá, v. 42, n. 1, p. 1–13, 2024.

PEREIRA, L. F.; TEIXEIRA, E. C.; MATSUMOTO, S. N.; SANTOS, C. E. M.; [et al.]. The impact of controlled release fertilizer on the growth and physiology of advanced seedlings of sour passion fruit. *Journal of Plant Nutrition*, 2025. DOI: 10.1080/01904167.2025.2474678

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 31, n. 2, p. 539-543, 2009.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing, Vienna: R Foundation for statistical computing, 2016. Available in: <<https://cran.r-project.org/>>. Accessed June, 13, 2016

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. *Photosynthetica*, v. 47, n. 2, p. 215-222, 2009.

RODRIGUES, T.J.D., LEITE, I.C. Fisiologia vegetal – hormônios das plantas. Funep, Jaboticabal, Brasil. 78p. 2004.

SANTOS, C.A. C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; SANTOS, C.. R. S. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à giberelina. *Comunicata Scientiae* v.1, n.1, p. 29-34, 2010.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FEERIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda, *Irriga*, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.

SILVA, E. N. DA; RIBEIRO, R. V.; SILVA, S. L. F.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. *Scientia Agricola*, v.68, p.62-68, 2011.

SILVA, E. N.; SILVA, S. L. F.; RIBEIRO, R. V.; SILVEIRA, J. A. G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha* plants. *Journal of Arid Environments*, v. 74, n. 10, p.1130-1137, 2010.

SOUTO, I. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; DE MELO, E. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DA SILVA, R. I. L.; DE LIMA, G. S.; GHEIY, H. R.; PEREIRA, W. E.; DE PAIVA NETO, V. B.; DE OLIVEIRA, C. J. A.; MESQUITA, F. O. Salinity and mulching effects on nutrition and production of grafted sour passion fruit. *Plants*, Basel, v. 12, n. 5, article 1035, 2023. DOI: 10.3390/plants12051035

SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; BEZERRA, F. T. C.; NUNES, J. A. S.; SILVA, A. R.; ORESCA, D.; CAVALCANTE, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.32, p.2994-3003, 2016.

SCHMILDST, E. R.; OLARI, L. S.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, F. O. R.; SCHMILDST, ° Histological aspects of mini-grafting of *Passiflora edulis* sims. and *Passiflora mucronata* lam. *Rev. Bras. Frutic.* v.40, n.2, e-174, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiología vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p

TOROTOBÓN, Gabriela; ALVAREZFLÓREZ, Fagua; MARIÑOBLANCO, HernánD.; MELGAREJO, LuzM. Physiological and anatomical responses of *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Passifloraceae) in water deficit. *Revista de Biología Tropical*, San José, v. 72, n. 1, e56532, dez. 2024. DOI: 10.15517/rev.biol.trop..v72i1.56532.