

PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MARACUJAZEIRO-AZEDO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS E APLICAÇÃO EXÓGENA DE H₂O₂

JAILTON GARCIA RAMOS¹; VERA LUCIA ANTUNES DE LIMA¹; GEOVANI SOARES DE LIMA¹; KHEILA GOMES NUNES¹; MARIANA DE OLIVEIRA PEREIRA¹ E FRANCISCO JEAN DA SILVA PAIVA¹

¹Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 -Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: jailtonbiosistemas@gmail.com; antuneslima@gmail.com; geovani.soares@pq.cnpq.br; kheilagomesnunes@gmail.com; marianapereira.agri@gmail.com; je.an_93@hotmail.com

1 RESUMO

O Nordeste brasileiro é caracterizado tanto pela indisponibilidade hídrica em termos quantitativos como qualitativos. Para assegurar a produção de alimentos nesta região é necessário o uso de fontes hídricas com elevada salinidade. Assim torna-se necessário buscar estratégias que amenizem o efeito do estresse salino nas plantas irrigadas com águas salinas. Neste contexto, objetivou-se com este estudo avaliar a produção e a qualidade pós-colheita do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' irrigado com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio - H₂O₂. O experimento foi desenvolvido em lisímetros de drenagem sob condições de casa de vegetação em Campina Grande – PB. O delineamento foi inteiramente casualizados em parcelas subdivididas, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) consideradas as parcelas e quatro concentrações de H₂O₂ (0, 15, 30 e 45 µM) as subparcelas, com três repetições. A aplicação exógena de H₂O₂ na concentração de 30 µM amenizou os efeitos deletérios do estresse salino sobre o número de frutos e espessura da casca do maracujazeiro-azedo. O H₂O₂ exógeno no cultivo do maracujazeiro azedo atua como elicitador dos efeitos negativos da irrigação com águas salinas no diâmetro polar, rendimento e massa da polpa.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, peróxido de hidrogênio, estresse oxidativo, homeostase redox.

RAMOS, J. G.; LIMA, V. L. A. de; LIMA, G. S. de; NUNES, K. GO.; PEREIRA, M. de O.; PAIVA, F. J. da S.

YIELD AND POST-HARVEST QUALITY OF SOUR PASSION FRUIT UNDER SALINE WATERS AND EXOGENOUS APPLICATION OF H₂O₂

2 ABSTRACT

The brazilian northeast is characterized by limited water unavailability, both in quantitative and qualitative terms. Therefore, high salt waters are applied to assure food production in the region. Thus, some strategies need to be adopted to mitigate the salt effect on grown plants. In this context, this study aimed to evaluate the yield and post-harvest quality of sour passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado' under saline waters and H₂O₂ application on leaves. The experiment

was carried out using drainage lysimeters under greenhouse conditions in the municipality of Campina Grande (state of Paraíba in Brazil). The design was completely randomized in split-plot plots, with water salinity levels EC_w (0.6, 1.2, 1.8, 2.4, and 3.0 dS m⁻¹) considered the plots and concentrations of H₂O₂ (0, 15, 30, and 45 µM) considered the subplots, with three replicates. Exogenous application of H₂O₂ at 30 µM mitigated the adverse effects of salt on the number of fruits and shell thickness of sour passion fruit. The exogenous application of H₂O₂ on sour passion fruit production mitigates the negative effects caused by saline water on polar diameter, slurry yield, and weight.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, hydrogen peroxide, oxidative stress, redox homeostasis.

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, chegando a produzir, aproximadamente 1 milhão de toneladas (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016). De acordo com os dados obtidos pelo IBGE, no ano de 2020 a região Nordeste foi a maior produtora, com uma produção de 491.326 toneladas. O Ceará se destacou com a maior produtor nacional, sendo responsável por 28,93% da produção total, e no ranking nacional, a Paraíba ficou em 12º lugar, com uma produção de 10.076 toneladas e rendimento médio de 9.605 kg ha⁻¹ (IBGE, 2022).

A região do Nordeste brasileiro possui condições edafoclimáticas que favorecem o cultivo do maracujazeiro, todavia a grande variabilidade temporal e espacial das precipitações (LIMA *et al.*, 2016; BEZERRA *et al.*, 2018), associado a alta evapotranspiração resulta em déficit hídrico às plantas bem como redução na qualidade das águas disponíveis para irrigação, que comumente apresentam elevadas concentrações de sais solúveis (FREIRE *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2020a; LIMA *et al.*, 2021).

A salinidade pode causar efeitos osmóticos e iônicos, limitando-se à produção de carboidratos e proteínas. Desses osmoprotetores, a prolina é um metabólito relacionado ao estresse que auxilia na osmorregulação e favorece o aumento da tolerância a certos níveis de estresse hídrico

e salino (SANTOS *et al.*, 2016; SALAZAR *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2020b). O excesso de sais na água de irrigação também pode causar alterações na permeabilidade das membranas celulares e nas funções fisiológicas das plantas, devido ao estresse osmótico, distúrbios nas relações hídricas e modificações na homeostase iônica (LIMA *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2015). Silva *et al.* (2019) ao investigarem as trocas gasosas e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina (0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 dS m⁻¹) e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio (0; 25; 50 e 75 µM), verificaram que a cultura pode ser classificada como sensível ao estresse salino, com salinidade limiar da água de irrigação de 0,7 dS m⁻¹.

Assim, a busca por estratégias que permitam o uso de águas salinas na produção agrícola vem sendo um desafio de vários pesquisadores. Neste contexto, o uso de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ aplicado via foliar vem sendo estudado com objetivo de mitigar os efeitos deletérios do excesso de sais nas plantas (BAGHERI; GHOLAMI; BANISAB, 2019; QIAO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019).

O H₂O₂ é uma espécie reativa de oxigênio produzida naturalmente nas mitocôndrias, cloroplastos, peroxissomos, que se difunde através das células e tecidos para iniciar efeitos celulares imediatos, como mudanças na forma celular, início de estresse abiótico, sinalizador de dano celular, e ativação de enzimas antioxidativas

que mitigam o dano referente à ação de agentes externos como salinidade, temperatura, déficit hídrico (SIES, 2017).

O pré-tratamento com H_2O_2 de forma exógena diminui a peroxidação lipídica induzida pelo estresse salino, enquanto aumenta o conteúdo de prolina nas raízes, de forma que o acúmulo elevado de prolina na presença de NaCl foi significativamente suprimido por difenileno iodônio (DPI), um inibidor da NADPH oxidase, e dimetiltiureia, um eliminador de H_2O_2 , desta forma o peróxido de hidrogênio mediado pela ação da enzima NADPH oxidase alivia o dano oxidativo induzido pelo estresse salino por meio da regulação da biossíntese de prolina (LIU; HUANG; SUN, 2020).

O uso de espécies reativas de oxigênio pode melhorar o acúmulo de lipídios por meio da regulação positiva de genes relacionados à biossíntese de lipídios, mediação do acúmulo de moléculas essenciais para o metabolismo de lipídios (ZHANG *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2021). Além disso, o acúmulo de lipídios em plantas sob estresse salino pode ser um mecanismo adaptativo, o que permite que estas respondam ao aumento da pressão

osmótica e mantenham a fluidez e integridade da membrana celular (JI *et al.*, 2018).

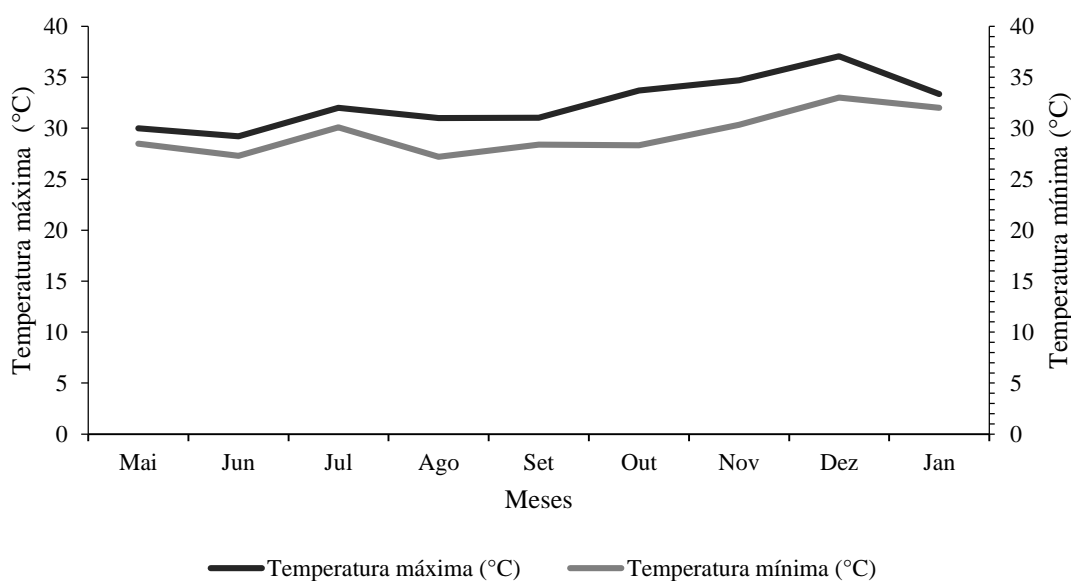
Ante o exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a produção e a qualidade pós-colheita de frutos do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' irrigado com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre maio de 2019 a janeiro de 2020 em casa de vegetação do tipo arco, com cobertura de polietileno de baixa densidade de 150 micras, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEAg na Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande - UFCG, estado da Paraíba, Brasil (7°15'18'' S, 35°52'28'' W e altitude média de 550 m).

Os dados de temperatura máxima e mínima foram coletados ao longo do período experimental com auxílio de um termômetro digital (Figura 1).

Figura 1. Dados de temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação ao longo da condução do experimento.



Os tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (0; 15; 30 e 40 µM). O delineamento foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com três repetições, os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram considerados como parcela e as concentrações de peróxido de hidrogênio como subparcelas. As concentrações de H₂O₂ e os níveis de CEa foram estabelecidos baseando-se em estudo desenvolvido por Andrade *et al.* (2019).

Foram utilizadas sementes do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ obtidas no pomar do Instituto Federal da Paraíba-IFPB, campus Sousa. Os frutos desta cultivar apresentam casca predominantemente vermelha, arroxeadada ou amarelada, pesam em média 170 g, são arredondados, com teor de sólidos solúveis em média de 14° Brix, rendimento de polpa, em torno de 35%, maior resistência ao transporte, coloração de polpa amarelo forte (maior quantidade de vitamina C), resistente a doenças como viroses, bacterioses (EMBRAPA, 2014).

Para preparação das mudas foram utilizadas sacolas plásticas com capacidade para 3 kg, preenchidas com substrato na proporção 84:15:1 (em base de volume) para solo, areia lavada e matéria orgânica (húmus de minhoca) em base de massa respectivamente. Elevou-se o teor de

umidade do substrato ao nível correspondente a capacidade de campo, em seguida foram semeadas 4 sementes por sacola. As irrigações foram realizadas diariamente pelo método da lisimetria de pesagem (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2008).

Aos 10 dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por sacola, aos 70 dias após a emergência quando as plantas apresentavam gavinhas foi realizado o transplantio das mudas para os vasos adaptados como lisímetro de drenagem.

Os vasos adaptados como lisímetro de drenagem possuíam 250 L de capacidade (70 cm de altura, diâmetro do fundo de 57 cm e abertura superior de 57 cm), cada lisímetro foi perfurado na base e acoplado um dreno, sobre cada dreno foi colocada uma manta geotêxtil não tecida (Bidim) para evitar a obstrução do mesmo. Na extremidade externa de cada dreno foi acoplada um recipiente plástico para coleta da água drenada e estimativa do consumo de água pela planta.

Os lisímetros foram preenchidos com uma camada de 0,5 kg de brita 0 seguida de 250 kg de solo representativo da região semiárida em Alagoa Nova, PB classificado como Luvissolo crômico (EMBRAPA, 2018). Antes de iniciar o experimento, foi realizada uma caracterização dos atributos químicos e físico-hídrico (Tabela 1) de acordo com metodologia de Teixeira *et al.* (2017).

Tabela 1. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento

Características químicas									
pH	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺ + H ⁺	CEes	
-	dag kg ⁻¹	(mg kg ⁻¹)(cmol _c kg ⁻¹)					(dS m ⁻¹)	
5,90	1,3	6,8	0,2	0,1	2,6	3,6	1,9	1,0	
Características físico-hídricas									
Fração granulométrica (dag kg ⁻¹)			CL	Umidade (kPa)			PT	DA	DP
Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5	AD	%	(kg dm ⁻³)	
73,2	14,2	12,5	FA	11,9	4,3	7,6	47,7	1,39	2,6

MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ e H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CL – Classe extural; FA – Franco Arenoso; PT – Porosidade total; AD – Água disponível; DA - Densidade aparente; DP - Densidade de partículas.

O espaçamento adotado foi de 2,20 m entre fileiras e 1,50 m entre plantas, utilizando-se o sistema de espaldeira vertical com arame liso n° 14 instalado dentro da casa de vegetação, a 2,40 m do piso e 1,60 m do solo do lisímetro.

Quando as plantas atingiram 10 cm acima da espaldeira foi realizada a poda da gema apical, visando estimular a emissão dos ramos secundários, que foram conduzidos um para cada lado até o comprimento de 1,10 m, onde foi realizada nova poda para emissão dos ramos terciários e conseqüentemente formação das cortinas e estímulo das inflorescências. Foi realizada a poda a 30 cm do solo dos ramos terciários para evitar o contato com o solo. Durante todo processo de poda foi realizada a aplicação de calda bordalesa para promover a cicatrização das injúrias, conforme indicação de Mezzonato-Pires; Salimena; Bernacci (2013).

A adubação de fundação foi realizada conforme recomendação de São José (2000), aplicando-se 250 g de superfosfato simples (18,9% de P₂O₅), e 100 g de cloreto de potássio (60% de K₂O) mensalmente até o início da floração; após o início deste estágio, a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, de

acordo com recomendação de Santos (2001) utilizando-se como fonte de nitrogênio a ureia (45,9% de N) e o cloreto de potássio (60% K₂O) como fonte de potássio.

Na fase vegetativa, foi utilizada a razão de 1N:1K tomando como referência 10 g de nitrogênio; a partir do início da floração a dose de N foi elevada para 20 g e a de K para 30 g, aumentando a relação N:K de 1:1,5. A adubação com micronutrientes foi realizada conforme Embrapa (2010) em intervalos de 15 dias após o transplante. As plantas foram pulverizadas nas faces adaxial e abaxial das folhas com solução contendo 2,5 g L⁻¹ de fertilizante comercial com a seguinte composição: N (15%); P₂O₅ (15%); K₂O (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%) e Mo (0,02%).

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1 na relação entre Na:Ca:Mg, a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O respectivamente, ajustando-as às concentrações da água de abastecimento disponível, sendo esta a proporção de sais comumente encontrada nos corpos hídricos da região semiárida (MEDEIROS, 1992). No preparo das águas de irrigação foi

considerada a relação entre CEa e a concentração de sais extraída de Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$C = 10 \times CEa \quad (1)$$

Em que:

C = Concentração de sais a ser aplicado ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$);

CEa = Condutividade elétrica da água (dS m^{-1}).

A irrigação com águas salinas teve início aos 15 dias após o transplântio, durante este período as plantas foram irrigadas com água de baixa condutividade elétrica ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$).

Após o transplântio, a irrigação foi realizada diariamente, aplicando-se, em cada recipiente, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, cujo volume de água a ser aplicado nas plantas foi determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{(1 - FL)} \quad (2)$$

Onde:

VI = Volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação (mL);

Va = volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd = Volume de drenado (mL) e

FL = fração de lixiviação de 0,15 (AYERS; WESTCOT, 1999).

As concentrações de peróxido de hidrogênio – H_2O_2 foram preparadas em água deionizada em cada evento de aplicação, uma vez que sua degradação na presença de luz é rápida, sendo, ao final de cada aplicação, quantificado o volume utilizado por tratamento. Durante o período de desenvolvimento da cultura até o início da floração cada planta recebeu em média, em cada aplicação 63,75 mL de solução de peróxido de hidrogênio. Para evitar a deriva da solução de H_2O_2 as plantas de cada

tratamento foram isoladas utilizando-se cortinas plásticas.

A aplicação das concentrações de peróxido de hidrogênio foi realizada via pulverização foliar nas faces adaxial e abaxial, realizada em intervalos de 15 dias, com início aos 15 dias após o início da irrigação com as águas salinizadas até à fase de floração das plantas. Para tanto, utilizou-se um pulverizador manual para garrafa PET, com bico cônico regulável de metal com 1 cm, pressão de serviço de 300 Psi e vazão de $1,1 \text{ L min}^{-1}$. As aplicações foram realizadas a partir das 17:00 h devido à menor incidência de luz.

Aos 240 dias após o transplântio (DAT) foi mensurado o número de frutos por planta (NF) e a massa fresca de frutos (MFF). Também foram avaliadas as características físicas dos frutos: diâmetro equatorial (DE) e polar (DP), espessura da casca (EC), massa da polpa (MP) e os atributos internos: rendimento em polpa (RP) pelo quociente da massa da polpa pela massa fresca de frutos. Os teores de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) e a densidade da polpa (Dens) foram determinados com auxílio de um refratômetro analógico Adago. Foram considerados como estágio ideal de maturação os frutos que apresentavam coloração de casca totalmente amarela ou avermelhada e desprenderam espontaneamente da planta.

Foi aplicado o teste Shapiro-Wilk e o de homoscedasticidade aos dados para verificar a suposição de normalidade dos dados. Em seguida foram submetidos à análise de variância pelo teste F a $p \leq 0,05$ e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR ESAL (FERREIRA, 2019). Quando ocorreu heterogeneidade nos dados, verificados através dos valores do coeficiente de variação, foi realizada análise exploratória dos dados, com transformação em raiz quadrada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores (NS × H₂O₂) afetou significativamente todas as variáveis analisadas, exceto a massa fresca de frutos (Tabela 2). Os níveis salinos da água influenciaram de forma significativa

todas as variáveis mensuradas. Já as concentrações de H₂O₂ afetaram de forma significativa o diâmetro polar (DP), e equatorial (DE), a espessura da casca (EC) e o número de frutos (NF) do maracujazeiro-azedo, aos 240 dias após o transplantio.

Tabela 2. Resumo do teste F para o diâmetro polar (DP), e equatorial (DE), espessura da casca (EC), número de frutos (NF) e a massa fresca de frutos (MFF) do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' irrigado com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio (H₂O₂)

Fonte de variação	Teste F				
	DP	DE	EC	NF	MFF
Níveis salinos (NS)	**	**	**	**	**
Regressão linear	**	**	*	**	**
Regressão quadrática	ns	*	**	**	ns
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	**	ns	**	**	ns
Regressão linear	**	*	ns	*	ns
Regressão quadrática	ns	ns	**	*	ns
Interação (NS × H ₂ O ₂)	**	**	**	**	ns
CV 1 (%)	2,17	5,11	6,83	6,30	10,14
CV 2 (%)	2,94	3,21	5,78	5,89	15,15

^{ns} Não significativo; *,** significativo a 0,05 e a 0,01, respectivamente; CV - coeficiente de variação.

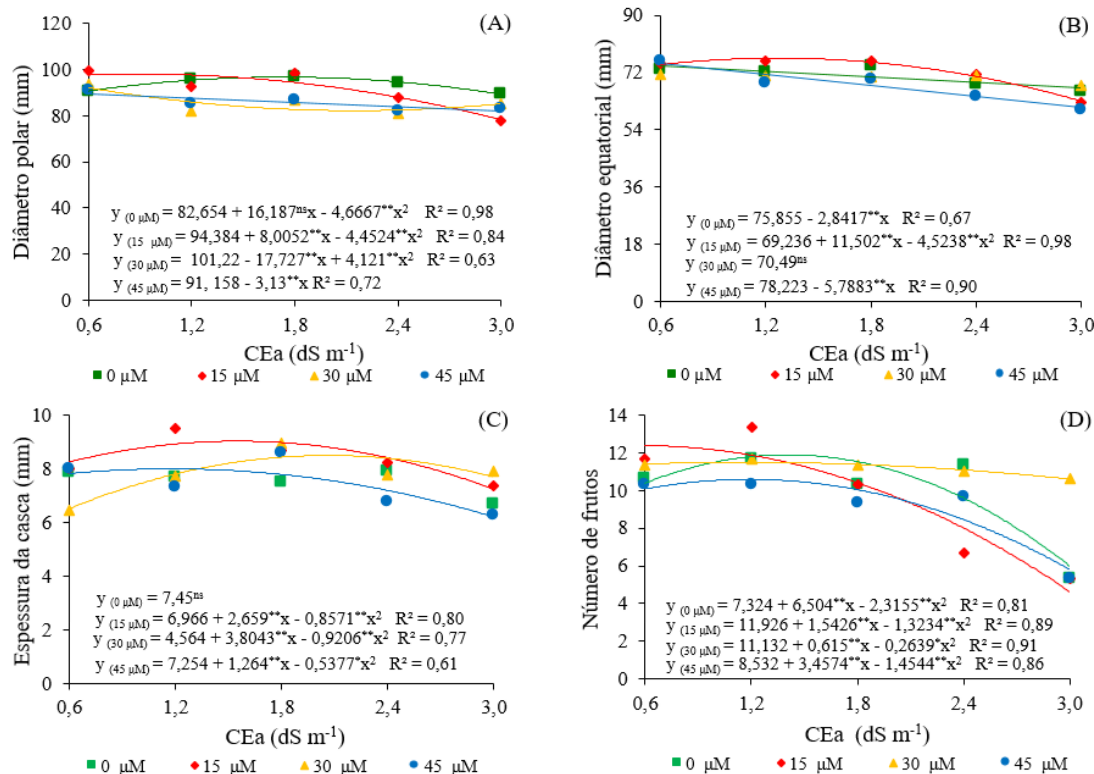
O diâmetro polar das plantas maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' que receberam as concentrações de 0, 15 e 30 µM de H₂O₂, se ajustaram ao modelo de regressão quadrático (Figura 2A), que obtiveram os valores máximos estimados de 96,69; 97,98 e 92,07 mm quando foram irrigadas com CEa de 1,7; 0,9; e 0,6 dS m⁻¹, respectivamente. Já quando aplicado a concentração de 45 µM de H₂O₂, os dados se ajustaram ao modelo de regressão linear, com decréscimo de 3,43 mm no DP dos frutos por aumento unitário da salinidade da água de irrigação. Ao comparar o valor obtido no menor nível salino (0,6 dS m⁻¹) em relação ao maior nível (3,0 dS m⁻¹), e concentração de 45 µM de H₂O₂ nota-se uma redução de 8,41% (7,51 mm) do DP dos frutos de maracujazeiro-azedo, aos 240 DAP.

Desta forma, infere-se que as concentrações peróxido de hidrogênio aplicado de forma exógena em determinadas

concentrações são capazes de mitigar os efeitos deletérios da irrigação com água salina. No entanto em concentrações elevadas, esta espécie reativa de oxigênio pode ser tóxica aumentando a ação de enzimas oxidativas endógenas. Vale destacar que as plantas também possuem a capacidade de se aclimatar, até certo ponto as condições de estresse por meio de processos fisiológicos comuns em plantas glicófitas, como o efeito do ajustamento osmótico.

Pinheiro *et al.* (2023) avaliando a adubação potássica (60 e 100% da recomendação de K₂O) e diferentes estratégias de manejo no uso de águas salinas (1,3 e 4,0 dS m⁻¹), também observaram redução nos parâmetros morfológicos dos frutos de maracujazeiro-azedo quando as plantas foram irrigadas com água de 4,0 dS m⁻¹ durante todo o ciclo de cultivo, na fase vegetativa assim como também na fase de floração.

Figura 2. Diâmetro polar (A) e equatorial (B), espessura de casca (C) e número de frutos (D) do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e concentração de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), aos 240 dias após o transplântio.



O aumento na condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o diâmetro equatorial (DE) dos frutos de maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ independente da aplicação foliar do peróxido de hidrogênio. Pelas equações de regressão linear (Figura 2B) observa-se decréscimo por aumento unitário CEa de irrigação correspondente a 3,74 e 7,40 mm no DE dos frutos de maracujazeiro-azedo quando foram utilizadas as concentrações de 0 e 45 μM de H_2O_2 . Para as respectivas concentrações (0 e 45 μM), ao comparar os valores médios obtidos na menor CEa (0,3 $dS m^{-1}$) em relação a maior (3,0 $dS m^{-1}$), observa-se redução equivalente de 9,20% (6,82 mm) e 15,58% (13,89 mm), respectivamente. Para a concentração de 15 μM os dados se ajustaram a equação polinomial, com o maior valor estimado em 76,54 mm na salinidade de 1,3 $dS m^{-1}$. Observa-se ainda,

que não houve efeito significativo para a concentração de 30 μM de H_2O_2 sob o DE dos frutos de maracujazeiro.

A aplicação foliar de H_2O_2 nas concentrações 15 e 45 μM não mitigou o estresse salino sobre o diâmetro equatorial (DE), inferindo-se assim, que nesta concentração a planta é acondicionada a aprimorar seu aparato fisiológico a se aclimatar as condições de estresse salino e a ação de espécies reativas de oxigênio, através de sinais intracelulares para aumentar a produção de complexos osmoprotetores (prolina, glicina betaína) e outras enzimas antioxidativas para garantir a integridade de suas células (REIS; LIMA; SOUZA, 2012).

Entretanto, os efeitos desempenhados pelo H_2O_2 em sistemas biológicos dependem da concentração de H_2O_2 , das condições fisiológicas e das

especificidades dos processos afetados pelo H_2O_2 . Assim, é um desafio distinguir claramente entre os papéis benéficos (sinalização) e deletérios (causando danos) desempenhados pelo H_2O_2 (WOJTYLA *et al.*, 2016).

A espessura da casca (EC) dos frutos também foi influenciada pela aplicação foliar de peróxido de hidrogênio e irrigação com águas salinas (Figura 2C). Para as plantas cultivadas submetidas à aplicação foliar de 15, 30 e 45 μM de H_2O_2 , os dados se ajustaram a equação quadrática, com valores máximos estimados de 9,03; 8,49 e 8,00 mm quando foram irrigadas com CEa de 1,6; 2,1 e 1,2 $dS\ m^{-1}$, respectivamente. Nota-se ainda que, a concentração de 0 μM H_2O_2 não influenciou de forma significativa a EC dos frutos de maracujazeiro irrigados com água salinas.

De modo geral, independente da concentração de H_2O_2 ocorreu redução na EC sob condições de elevada salinidade da água. Em baixas concentrações o peróxido de hidrogênio pode induzir respostas de aclimatação nas plantas sob condições de estresse salino, induzindo alterações em suas funções bioquímicas de defesa antioxidativas por meio de ação de enzimas antioxidantes a fim de alcançar a homeostase redox (CAVERSAN; CASASSOLA; BRAMMER, 2016).

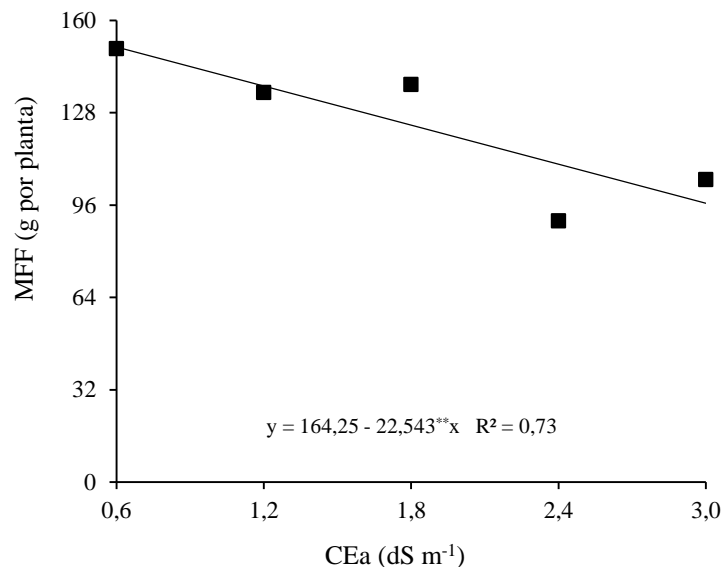
O número de frutos (NF) foi influenciado pela interação entre os fatores (NS \times H_2O_2). Verifica-se que as plantas submetidas as concentrações de 0, 15, 30 e 45 μM de H_2O_2 alcançaram os valores máximos de 11,89; 12,38; 11,49 e 10,59 frutos sob irrigação com CEa estimada em 1,4; 0,6; 1,2 e 1,2 $dS\ m^{-1}$, respectivamente (Figura 2D). Ao comparar o NF das plantas

cultivadas sob aplicação de 0, 15, 30 e 45 μM de H_2O_2 , verifica-se diminuição de 42,30; 62,48; 7,05 e 42,33% (4,40; 7,73; 0,8 e 4,27 frutos), respectivamente, entre as plantas irrigadas com CEa de 3,0 $dS\ m^{-1}$ em relação à menor salinidade da água (0,6 $dS\ m^{-1}$).

Verificou-se que, independentemente da concentração de H_2O_2 houve redução no número de frutos em função do aumento da CEa. Sob condições de estresse salino, ocorre redução na atividade fotossintética e processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes, bem como o aumento no acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROS) e podem ser atribuídos aos efeitos osmóticos e iônicos causados por alta salinidade, reduzindo assim o rendimento produtivo das plantas (HUANG, 2018).

A massa fresca de frutos do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' decresceu linearmente com o incremento nos níveis de salinidade da água (Figura 3), cuja redução foi 13,72% por aumento unitário da CEa, com redução de 35,9% (54,1 g por planta) na MFF das plantas submetidas à CEa de 3,0 $dS\ m^{-1}$ em relação às irrigadas com água de 0,6 $dS\ m^{-1}$. A diminuição na massa fresca dos frutos reflete as alterações ocasionadas pelo excesso de sais na diminuição do potencial osmótico, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Em pesquisa com o maracujazeiro 'Guinezinho' sob condições de salinidade da água (0,7 a 2,8 $dS\ m^{-1}$) e aplicação exógena de H_2O_2 (0 a 60 μM), Andrade *et al.* (2019) também observaram redução linear no número de frutos por planta, sendo os decréscimos de 26,8% por incremento unitário na CEa.

Figura 3. Massa fresca de frutos – MFF do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, aos 240 dias após o transplantio.



Os níveis de salinidade da água interferiram significativamente ($p < 0,05$) e as concentrações de peróxido de hidrogênio, e a interação (NS \times H₂O₂) em todas as

variáveis analisadas, exceto para densidade da polpa (Dens) do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ aos 240 dias após o transplantio (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo do teste F para rendimento de polpa (RP), massa da polpa (MP), sólidos solúveis (°Brix) e densidade da polpa (Dens) do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ irrigado com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), aos 240 dias após o transplantio

Fonte de variação	Teste F			
	RP	MP	°Brix	Dens
Níveis salinos (NS)	**	**	**	ns
Regressão linear	**	**	**	ns
Regressão quadrática	**	**	**	ns
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	**	**	**	ns
Regressão linear	*	**	ns	ns
Regressão quadrática	**	**	**	ns
Interação (NS \times H ₂ O ₂)	**	**	**	ns
CV 1 (%)	7,31	1,78	5,46	0,57
CV 2 (%)	5,62	4,55	5,02	0,66

^{ns} Não significativo; *, ** significativo a 0,05 e a 0,01, respectivamente; CV - coeficiente de variação.

O rendimento de polpa (RP) do maracujazeiro-azedo foi afetado significativamente pela interação entre a salinidade da água de irrigação e aplicação foliar de H₂O₂ (Figura 4A). Quando as plantas foram submetidas às concentrações

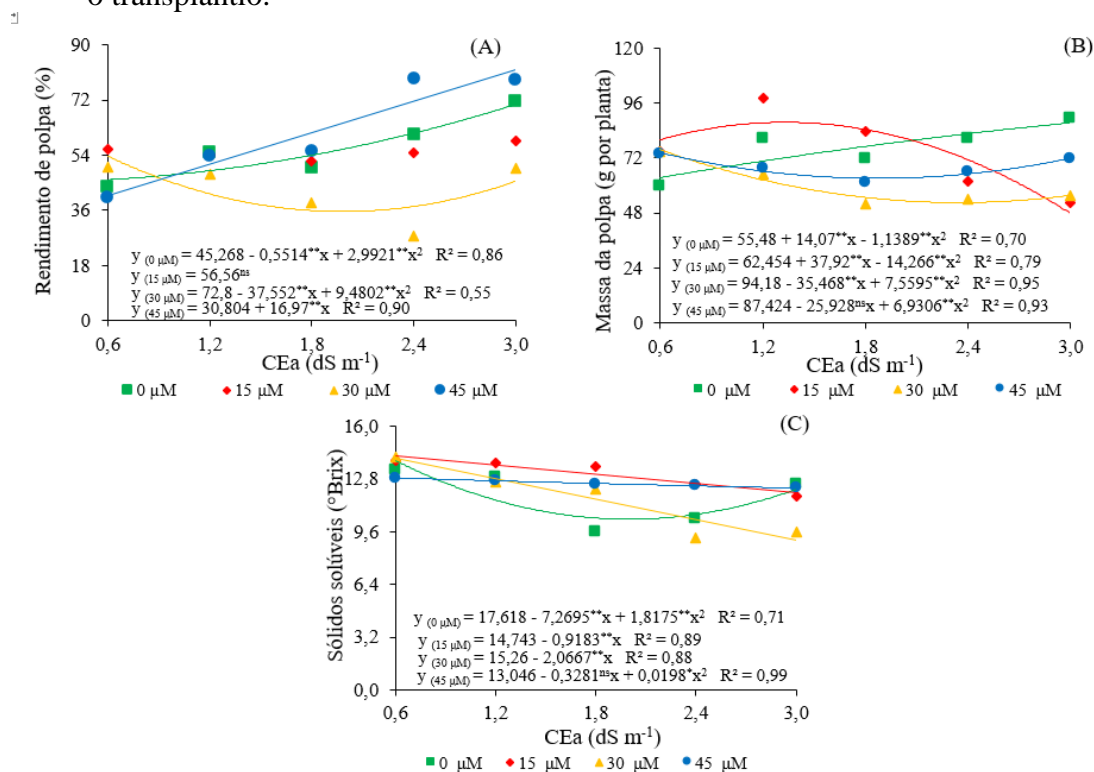
de 0 e 30 μ M de H₂O₂ observa-se que os dados se ajustaram ao modelo de regressão quadrático, com valores máximos estimados de 70,54 e 53,68% sob CEa de 3,0 e 0,6 dS m⁻¹, respectivamente. Quando submetidas à concentração de 45 μ M de H₂O₂, verifica-se

aumento linear, sendo o acréscimo de 55,09% por aumento unitário da CEa no rendimento da polpa do maracujazeiro-azedo. Nota-se redução de 49,84% no rendimento da polpa dos frutos ao se comparar a maior CEa (3,0 dS m⁻¹) em relação ao menor nível (0,3 dS m⁻¹). A concentração de 15 µM de H₂O₂ não influenciou de forma significativa no RP quando submetido aos distintos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 4A).

A aplicação foliar do H₂O₂ atuou como agente elicitador da salinidade da água

de irrigação com condutividade elétrica de 3,0 dS m⁻¹. Possivelmente este aumento no rendimento da polpa do maracujazeiro irrigado com CEa de 3,0 dS m⁻¹ e aplicação exógena de 45 µM de H₂O₂ foi devido ao fato de que o H₂O₂ em baixas concentrações pode cooperar nas mudanças de resposta de enzimas antioxidantes atuando como protetor, contribuindo para o aumento da tolerância da planta ao estresse salino (SILVA *et al.*, 2016; ANDRADE *et al.*, 2022).

Figura 4. Rendimento (A) e massa da polpa (B) e sólidos solúveis (C) do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e concentração de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), aos 240 dias após o transplântio.



A massa da polpa do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ foi influenciada de forma significativa pela interação entre os fatores (NS × H₂O₂). Observa-se que, para todas as concentrações, os resultados se ajustaram ao modelo de regressão quadrático (Figura 4B). Quando aplicadas as concentrações de 0, 15, 30 e 45

µM de H₂O₂, constata-se que, os maiores valores estimados foram correspondentes a 87,44; 87,64; 80,82 e 74,36 g, sob níveis de salinidade da água de irrigação de 3,0; 1,3; 0,6 e 0,6 dS m⁻¹, respectivamente.

O peróxido de hidrogênio aplicado de forma exógena e em baixas concentrações pode promover alterações genéticas na

planta em condição de estresse, de modo a atuar na regulação de proteínas envolvidas na pós-tradução que atuam na assimilação de nitrogênio e biossíntese de lipídeos (ROSENWASSER *et al.*, 2014). O aumento na massa da polpa nas plantas tratadas com 0 e 15 μM de H_2O_2 pode estar associado ao acúmulo de osmoprotetores, como prolina e glicina betaína como mecanismo aclimatativo usado para ajustar seu potencial osmótico (HASEGAWA, 2013; DANTAS *et al.*, 2022).

Os sólidos solúveis totais dos frutos de maracujazeiro-azedo ($^{\circ}\text{Brix}$) foram afetados significativamente pela interação entre os fatores ($\text{NS} \times \text{H}_2\text{O}_2$). De modo geral, o incremento dos níveis de CEa reduziu os teores de sólidos solúveis totais dos frutos de maracujazeiro-azedo (Figura 4C). Quando aplicadas as concentrações de 0 e 45 μM de H_2O_2 os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, com os valores máximos estimados em 13,91 e 12,86 $^{\circ}\text{Brix}$, respectivamente. Já quando submetidas a concentrações de 15 e 30 μM , observa-se redução linear decrescente, sendo observadas reduções de 6,23 e 13,54 $^{\circ}\text{Brix}$ por aumento unitário da salinidade da água de irrigação. Nas concentrações de 15 e 30 μM , contata-se reduções equivalentes a 15,53% (2,20 $^{\circ}\text{Brix}$) e 35,38% (4,96 $^{\circ}\text{Brix}$), respectivamente quando comparado o menor nível salino (3,0 dS m^{-1}) em relação ao maior nível (3,0 dS m^{-1}).

Corroborando com este fato, Dias *et al.* (2011) que investigaram o efeito da irrigação com água salina (0,5 a 4,5 dS m^{-1}) no cultivo do maracujazeiro amarelo em solo adubado com biofertilizante bovino em diferentes datas, observaram redução no teor de sólidos solúveis com o aumento da CEa, com redução média de 0,74 $^{\circ}\text{Brix}$ pelo incremento unitário na CEa.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária, Instrução Normativa N $^{\circ}$ 37 de 8 de outubro de 2018 (BRASIL, 2018) a

quantidade mínima de sólidos solúveis com potencial comercial da polpa do maracujá é de 11 $^{\circ}\text{Brix}$, a 20 $^{\circ}\text{C}$. Desta forma, em média, os sólidos solúveis encontrados neste estudo (12,63 $^{\circ}\text{Brix}$) estão dentro do padrão comercial, podendo ser comercializada em função deste parâmetro, exceto para quando não se utilizou o peróxido de hidrogênio.

6 CONCLUSÕES

A irrigação com água salina compromete a produção e qualidade pós-colheita dos frutos do maracujazeiro azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’;

A aplicação exógena de peróxido de hidrogênio na concentração de 30 μM ameniza os efeitos deletérios do estresse salino sobre o número de frutos e espessura da casca e de 45 μM promove maior rendimento de polpa do maracujazeiro-azedo;

O peróxido de hidrogênio exógeno no cultivo do maracujazeiro azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ atua como elicitador dos efeitos negativos da irrigação com águas salinas no diâmetro polar, rendimento da polpa e massa da polpa.

7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, S. S.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, A. C.; SOARES, L. A. A. Production and postharvest quality of yellow passion fruit cultivated with saline water and hydrogen peroxide. **AIMS Agriculture and Food**, Davis, v. 4, n. 4, p. 907-920, 2019. DOI: doi.org/10.3934/agrfood.2019.4.907. Disponível em: <https://www.aimspress.com/article/id/4344>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, S. S.; DIAS, A.

- S.; GHEYI, H. R. Hydrogen peroxide as attenuator of salt stress effects on the physiology and biomass of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 28, p. 571-578, 2022. DOI: doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n8p571-578. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/MjrHxJLNKwrGF4MPPrPL96yR/abstract/?lang=en>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFBP, 1999. (Estudos da FAO. Irrigação e Drenagem, 29).
- BAGHERI, M.; GHOLAMI, M.; BANINASAB, B. Hydrogen peroxide-induced salt tolerance in relation to antioxidant systems in pistachio seedlings. **Scientia Horticulturae**, Wuhan, v. 243, p. 207-213, 2019. DOI: doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818305776>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SANTOS, J. B. D.; FERNANDES, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 13, n. 3, p. 1-12, 2018. DOI: doi.org/10.4136/ambi-agua.2130. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/2034>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- BRASIL. Instrução normativa nº 37, de 1 de outubro de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2018, n. 194, p. 1-11, 8 out. 2018.
- CAVERSAN, A.; CASASSOLA, A.; BRAMMER, S. P. Antioxidant responses of wheat plants under stress. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 39, n. 1, p. 1-6, 2016. DOI: doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2015-0109. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27007891/#:~:text=Wheat%20plants%20increase%20antioxidant%20defense,to%20stress%20tolerance%20in%20cereals>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- DANTAS, M. V.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SILVA, L. A.; SILVA, P. C. C.; SOARES, L. A. A.; LOPES, I. A. P.; ROQUE, I. A. Hydrogen peroxide and saline nutrient solution in hydroponic zucchini culture. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 42, n. 3, p. 1167-1186, 2022. DOI: doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n3p1167. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/43137>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 229-236, 2011. DOI: doi.org/10.1590/S1415-43662011000300002. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/43137>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- EMBRAPA. **Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo – BRS Rubi do**

- Cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2014. Disponível em: <https://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsubidocerrado/> Acesso em: 3 fev. 2021.
- EMBRAPA. **Recomendações de calagem e adubação para maracujazeiro**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/878708/recomendacoes-de-calagem-e-adubacao-para-maracujazeiro>. Acesso em: 5 maio 2021.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (ed.). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450. Disponível em: <https://biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- FREIRE, J. L. D. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. D. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014. DOI: doi.org/10.1590/S1806-66902014000100011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/SHmJK8jPy4NsFKwFvLNKFyn/?lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- HASEGAWA, P. M. Sodium (Na⁺) homeostasis and salt tolerance of plants. **Environmental and Experimental Botany**, Barcelona, v. 92, p. 19-31, 2013. DOI: doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.03.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847213000452>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- HUANG, R. D. Research progress on plant tolerance to soil salinity and alkalinity in sorghum. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 17, n. 4, p. 739-746, 2018. DOI: [doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61728-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61728-3). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311917617283>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- IBGE. **PAM - Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=destaques>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- JI, X.; CHENG, J.; GONG, D.; ZHAO, X.; QI, Y.; SU, Y.; MA, W. The effect of NaCl stress on photosynthetic efficiency and lipid production in freshwater microalga-*Scenedesmus obliquus* XJ002. **Science Total Environmental**, Barcelona, v. 633, n. 1, p. 593-599, 2018. DOI: doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.240. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718309999>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- LIMA, G. S.; FERNANDES, C. G. J.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion

- fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 1, p. 184-194, 2020a. DOI: doi.org/10.1590/1983-21252020v33n120rc. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/ktCmRHg66tqT66xP6djZQrB/?lang=en>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 1, p. 1-10, 2015. DOI: doi.org/10.1590/S1806-66902015000100001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/XpntWQpdDnFHyy8d9LzRKLH/abstract/?lang=en>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S. Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 130-136, 2014. DOI: doi.org/10.15809/irriga.2014v19n1p130. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/723>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- LIMA, G. S.; PEREIRA, S. A. R.; SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Physicochemical quality of fruits of west Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 1, p. 217-225, 2020b. DOI: doi.org/10.1590/1983-21252020v33n123rc. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/4Lsmf9mnrsLTwPkHtTc9btJ/?lang=en#:~:text=Phosphate%20fertilization%2C%20regardless%20of%20dose%2C%20stimulates%20the%20ormation%20of%20fresh,100%25%20P2O5>. Acesso em: 8 jan. 2022.
- LIMA, G. S.; SOARES, M. G. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; SILVA, J. B. Potassium and irrigation water salinity on the formation of sour passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 6, p. 395-403, 2021. DOI: doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n6p393-401. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/VNycDyzC4sScJgW7wmwQXsS/?lang=en#:~:text=History-,HIGHLIGHTS,in%20sour%20passion%20fruit%20seedlings>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- LIU, L.; HUANG, L.; LIN, X.; SUN, C. Hydrogen peroxide alleviates salinity-induced damage through enhancing proline accumulation in wheat seedlings. **Plant Cell**, Saint Louis, v. 39, n. 5, p. 567-575, 2020. DOI: doi.org/10.1007/s00299-020-02513-3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00299-020-02513-3>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992.
- MEZZONATO-PIRES, A. C.; SALIMENA, F. R. G.; BERNACCI, L. C. *Passifloraceae* na Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 1, p. 123-136, 2013. DOI: doi.org/10.1590/S2175-78602013000100011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/jXRJFJHpx9TgqtsXsrhkyWp/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2022.

- PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S.; SOUSA, P. F. N.; SOUZA, W. B. B.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; FELIX, C. M.; PAIVA, F. J. S. Potassium fertilization in the cultivation of sour passion fruit under irrigation strategies with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 27, n. 1, p. 42-50, 2023. DOI: doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n1p42-50. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/cdmV9k5GdR5cVyPdBFZpzN/abstract/?lang=en>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- QIAO, T.; ZHAO, Y.; ZHONG, D. B.; YU, X. Hydrogen peroxide and salinity stress act synergistically to enhance lipids production in microalga by regulating reactive oxygen species and calcium. **Algal Research**, Puerto Montt, v. 53, n. 1, p. 102017, 2021. DOI: doi.org/10.1016/j.algal.2020.102017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926420303842>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- REIS, S. P.; LIMA, A. M.; SOUZA, C. R. Recent molecular advances on downstream plant responses to abiotic stress. **International Journal of Molecular Sciences**, Kingsville, v. 13, n. 1, p. 8628-8247, 2012. DOI: doi.org/10.3390/ijms13078628. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3430256/>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: Department of Agriculture, 1954.
- ROSENWASSER, S.; VAN CREVELD, S. G.; SCHATZ, D.; MALITSKY, S.; TZFADIA, O.; AHARONI, A.; VARDI, A. Mapping the diatom redox-sensitive proteome provides insight into response to nitrogen stress in the marine environment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Champaign, v. 111, n. 7, p. 2740-2745, 2014. DOI: doi.org/10.1073/pnas.1319773111. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1319773111>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- SALAZAR, A. H.; SILVA, D. F. P.; CEBALLOS-AGUIRRE, N.; OCAMPO, J.; BRUCKNER, C. H. Proline and ions accumulation in four Passiflora species under water-saline stress. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 8, n. 4, p. 570-580, 2017. DOI: doi.org/10.14295/cs.v8i4.2323. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/2323>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; XAVIER, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; CENTENO, C. R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 1, p. 86-96, 2016. DOI: doi.org/10.14295/CS.v7i1.1158. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1158>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- SANTOS, J. B. **Estudo das relações nitrogênio: potássio e cálcio: magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Manejo Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2001.
- SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. M.; ANGEL, D. N.; SOUSA,

- I. V. B.; BONFIM, M. P. **Maracujá: Práticas de cultivo e comercialização**. 1. ed. Vitória da Conquista: UESB: DFZ, 2000.
- SIES, H. Hydrogen peroxide as a central redox signaling molecule in physiological oxidative stress: Oxidative eustress. **Redox Biology**, Nuthetal, v. 11, n. 1, p. 613-619, 2017. DOI: doi.org/10.1016/j.redox.2016.12.035. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28110218/>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S. A.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; FERNADES, P. D. Hydrogen peroxide in the acclimation of yellow passion fruit seedlings to salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 2, p. 116-123, 2021. DOI: doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n2p116-123. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/3TjRtbZf8Rd96n5SqWBhy8g/abstract/?lang=en>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, p. 1-10, 2019. DOI: doi.org/10.1590/1983-40632019v4955671. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/GkxvgnrN99yVQnZgGsWx3z/?lang=en>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- SILVA, E. M.; LACERDA, F. H. D.; MEDEIROS, A. S.; SOUZA, L. P.; PEREIRA, F. H. F. Métodos de aplicação de diferentes concentrações de H₂O₂ em milho sob estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 3, p. 1-7, 2016. DOI: doi.org/10.18378/rvads.v11i3.4343. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4343>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G **Manual of Soil Analysis Methods**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.
- WOJTYLA, L.; LECHOWSKA, K.; KUBALA, S.; GARNCZARSKA, M. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. **Frontiers in Plant Science**, Beijing, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2016. DOI: doi.org/10.3389/fpls.2016.00066. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4740362/>. Acesso em: 5 jan. 2022.
- ZHANG, S.; HE, Y.; SEN, B.; WANG, G. Reactive oxygen species and their applications toward enhanced lipid accumulation in oleaginous microorganisms. **Bioresource Technology**, Lucknow, v. 307, n. 1, p. e123234, 2020. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.123234. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32245673/>. Acesso em: 5 jan. 2022.