

SENSIBILIDADE FENOLÓGICA DE MARACUJAZEIRO-AZEDO AO DÉFICIT HÍDRICO E SEUS EFEITOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA

Emanuel Campos Medeiros¹, Reynaldo Teodoro de Fátima², Geovani Soares de Lima³,
Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Tailson Andrade Sampaio⁵, Jéssica Pedrosa de Lima⁶

RESUMO: Alterações na qualidade de frutos devido a condição de déficit hídrico consiste em um problema recorrente no nordeste brasileiro, sobretudo em sua área semiárida. Contudo, a intensidade de seus efeitos depende da intensidade e época de ocorrência. Diante disso, o objetivo do trabalho consiste em observar a correlação dos dados de produção e qualidade do maracujazeiro-azedo as condições de déficit hídrico em distintas fases fenológicas. Os dados de correlação foram obtidos de um experimento conduzido em blocos casualizados com 6 estratégias de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - ET_c, com 100% da ET_c durante todo o ciclo (E1) e a condição de 50% da ET_c durante a fase vegetativa (E2), floração (E3), frutificação (E4), além de combinada a fase vegetativa com floração (E5) e vegetativa com frutificação (E6), com 3 repetições e 3 plantas por parcela. A fase fenológica do maracujazeiro-azedo apresenta respostas distintas a condição de déficit hídrico, sendo as mais prejudiciais quando submetidas a fase de floração e combinada a vegetativa com frutificação.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims, estresse abiótico, semiárido.

PHENOLOGICAL SENSITIVITY OF SOUR PASSION FRUIT TO WATER DEFICIT AND ITS EFFECTS ON PRODUCTION AND POST-HARVEST QUALITY

ABSTRACT: The impairment of fruit quality due to water deficit is a recurring problem in northeastern Brazil, particularly in its semiarid region. However, the magnitude of these effects depends on the intensity of the deficit and the developmental stage at which it occurs. Therefore,

¹ Graduando em Agronomia, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Rua Jario Vieira Feitosa, 1770, CEP 58840-000, Pombal, PB. e-mail: camposmedeiros1234@gmail.com

² Pesquisador Doutor, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

³ Prof. Doutor, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

⁴ Prof^a. Doutora, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

⁵ Graduando em Agronomia, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

⁶ Mestranda em Horticultura Tropical, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

the objective of this study was to investigate the correlation between the production and quality parameters of sour passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) and water deficit conditions applied at distinct phenological stages. The correlation data were obtained from an experiment conducted in a randomized block design featuring six irrigation strategies based on crop evapotranspiration (ET_c): a control treatment with 100% ET_c replacement throughout the entire cycle (S1), and a deficit condition of 50% ET_c applied during the vegetative (S2), flowering (S3), and fruiting (S4) phases, as well as during combined vegetative-flowering (S5) and vegetative-fruiting (S6) stages. The experiment was laid out with three replications and three plants per plot. The phenological stages of sour passion fruit exhibit distinct responses to water deficit, with the most detrimental effects occurring when stress is applied during the flowering stage and the combined vegetative and fruiting stages.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* Sims, abiotic stress, semiarid.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma frutífera de grande expressão econômica para o Brasil, que se destaca como o maior produtor e consumidor mundial (Morais et al., 2020). Essa cultura, responsável por mais de 95% da área plantada no país (Meletti, 2011), enfrenta um desafio significativo na região Nordeste. Apesar de ser o principal polo produtivo, a região apresenta baixa produtividade média, como no estado da Paraíba, com apenas 9,66 t ha⁻¹ (IBGE, 2025).

Essa baixa performance está diretamente associada às limitações climáticas do semiárido, onde a irregularidade das chuvas e as altas taxas evaporativas geram um severo déficit hídrico, comprometendo o potencial produtivo das lavouras (Santos et al., 2017). Em resposta à escassez de água, as plantas ativam alterações fisiológicas e morfológicas, como a redução da expansão foliar e do crescimento dos ramos, que impactam negativamente a produção e a qualidade dos frutos (Sun et al., 2020).

Contudo, a intensidade desses efeitos varia conforme a fase de desenvolvimento da cultura (Deka et al., 2018). O conhecimento sobre qual estágio fenológico do maracujazeiro é mais sensível à restrição hídrica ainda é incipiente, justificando a necessidade de estudos que aprofundem esse entendimento.

Diante disso, o objetivo do trabalho consiste em observar a correlação dos dados de produção e qualidade do maracujazeiro-azedo as condições de déficit hídrico em distintas fases fenológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio de 2022 a fevereiro de 2023, no perímetro irrigado das várzeas de Sousa, no município Aparecida-PB, semiárido brasileiro, cujo clima é do tipo Bsh (quente), com temperatura média anual de 27 °C e índice pluviométrico em média de 840 mm anuais e evapotranspiração de 1280 mm anuais, com chuva concentrada no primeiro semestre do ano, resultantes da atuação das frentes de convergência intertropical (Alvares et al., 2013).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com os tratamentos referentes a seis estratégias de manejo de irrigação, definidas com base na evapotranspiração da cultura (ETc): E1 (100% da ETc durante todo o ciclo); e cinco tratamentos com reposição de 50% da ETc aplicados em diferentes fases, sendo E2 (vegetativa), E3 (floração), E4 (frutificação), E5 (vegetativa/floração) e E6 (vegetativa/frutificação). Os valores de ETc foi estimada conforme Bernardo et al. (2019), através da seguinte equação:

$$ETc = ETo \times Kc \quad (1)$$

Em que:

ETc - evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹;

ETo - evapotranspiração de referência de Penman-Monteith, mm d⁻¹;

Kc - coeficiente de cultivo, adimensional.

Os valores de ETo foram obtidos de uma estação meteorológica próxima, e os coeficientes de cultura (Kc) adotados foram 0,4 para a fase vegetativa (15-120 DAT), 0,8 para a fase de floração (121-160 DAT) e 1,2 na fase de frutificação (161-220 DAT), de acordo com a recomendação contida em Nunes et al. (2016). A diferenciação de fases foi baseada nos estudos de Pinheiro et al. (2023).

As mudas de maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1 foram produzidas em sacolas de polietileno com dimensões de 18 cm de altura e 13 cm de diâmetro contendo substrato formado a partir de duas partes de mesmo solo da área experimental e uma parte de esterco bovino curtido (base de volume), as quais foram levadas ao acompo no surgimento da primeira gavinha.

Na área experimental as plantas foram irrigadas por gotejamento e conduzidas em espaladeira vertical, sendo a adubação baseada no recomendado por Costa et al. (2008).

Ao final do ciclo, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de frutos por planta (contagem direta); peso médio de fruto (pesagem); produção por planta (produto entre número e peso dos frutos); pH (potenciômetro); acidez titulável total (titulometria com NaOH); sólidos solúveis (refratômetro digital); vitamina C (titulometria com DFI); e açúcares totais (método de Antrona) (IAL, 2008).

Para expressar a correlação entre os tratamentos foram utilizados a análise de componentes principais e a MANOVA pelo teste de Hotelling, ambos os processos foram realizados com auxílio do programa estatístico R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos dados de correlação observa-se efeito significativa da MANOVA do experimento, demonstrando efeitos distintos dos tratamentos as variáveis analisadas (Tabela 1). Desta forma, favorecendo as diferenças observadas na análise de componentes principais, que nos dois primeiros componentes expressaram 70,47% da variação presente dos dados analisados, com o componente 1 representando 41,42% dessa variação, enquanto o componente 2 foi responsável por 29,04%.

Tabela 1. Valores próprios, porcentagem da variância total explicada na análise multivariada, probabilidade de significância pelo teste de Pillai (p-valor) e coeficientes de correlação (r) entre as variáveis originais e os componentes principais dos dados de maracujazeiro-azedo para as estratégias de irrigação.

					Componentes principais (PCs)			
					Componente 1		Componente 2	
Valores próprios (λ)					3,31		2,32	
Porcentagem da variância total ($S^2\%$)					41,42		29,04	
Teste de Hotelling (T^2) para as estratégias de irrigação					0,01		0,01	
	NFru	PFru	PROD	pH	ATT	SS	Vit C	AT
CP1	0,43	0,73	0,76	-0,65	0,83	0,61	-0,47	0,55
CP2	-0,77	0,59	-0,47	0,04	0,08	0,50	0,78	0,53

NFru – número de frutos; PFru – peso médio de fruto; PROD - produção por planta; pH - potencial hidrogeniônico; ATT - acidez titulável total; SS - sólidos solúveis; Vit C – vitamina C; AT - açúcares totais.

O Componente Principal 1 (PC1) foi positivamente correlacionado com o peso do fruto ($r = 0,73$), produção ($r = 0,76$), acidez titulável ($r = 0,83$), sólidos solúveis ($r = 0,61$) e açúcares

totais ($r = 0,55$). Em oposição, o pH dos frutos apresentou uma forte correlação negativa com este eixo ($r = -0,65$). A análise dos escores revelou que a irrigação plena (E1, escore = 1,59) e o déficit hídrico na fase vegetativa e vegetativa/floração (E2, escore = 0,91; E5, escore = 1,88) posicionaram-se no lado positivo do eixo, associados à maior produção. Em contraste, as estratégias com déficit hídrico na floração (E3) e na vegetativa/frutificação (E6) apresentaram os escores mais negativos (-2,14 e -2,24, respectivamente), alinhando-se a maiores valores de pH nos frutos.

Tratamentos: 100% da ETc durante todo o ciclo - E1, e a condição de 50% da ETc durante a fase vegetativa - E2, floração - E3, frutificação -E4, além de combinada a fase vegetativa com floração -E5 e vegetativa com frutificação -E6. Variáveis: NFru – número de frutos; PFru – peso médio de fruto; PROD - produção por planta; pH - potencial hidrogeniônico; ATT - acidez titulável total; SS - sólidos solúveis; Vit C – vitamina C; AT - açúcares totais.

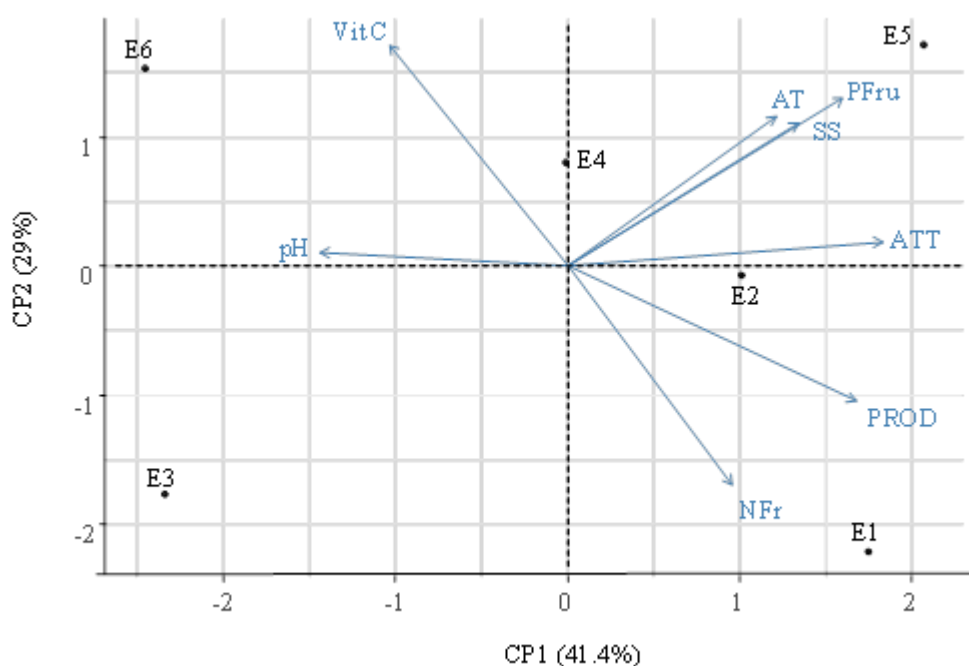


Figura 1. Projecção bidimensional dos escores dos dois componentes principais para o fator estratégias de irrigação deficitária.

O Componente Principal 2 (PC2) estabeleceu uma oposição entre a quantidade e a qualidade nutricional dos frutos. Este eixo foi negativamente correlacionado com o número de frutos ($r = -0,77$) e positivamente correlacionado com o teor de vitamina C ($r = 0,78$). A distribuição dos tratamentos ao longo deste eixo revelou que as plantas sem estresse (E1) e aquelas com déficit na floração (E3) apresentaram os escores mais negativos (-2,01 e -1,61, respectivamente), associando-se a um maior número de frutos. Em contrapartida, os tratamentos

com estresse em fases fenológicas combinadas (E5 e E6) registraram escores positivos (1,56 e 1,40), indicando uma tendência a frutos com maior teor de vitamina C.

Tal comportamento estabelece a manutenção no transporte de solutos como precursor do estabelecimento da qualidade do fruto (Anuradha & Bishnoi, 2017), visto que o enchimento do fruto se associa à manutenção de características químicas desejáveis. Nesse sentido, condições de déficit hídrico prolongado favorecem esses efeitos, já que a relação negativa constatada no número dos frutos favorece o investimento de solutos aos que foram mantidos (Sun et al., 2020; Pinheiro et al., 2023), mantendo uma produção em peso compensada na condição de estresse antes da fase de frutificação.

Outro ponto a se destacar se deve à época do déficit hídrico, pois nos casos que ocorrem na fase vegetativa com frutificação (E6) se torna o mais prejudicial à produção e qualidade do fruto, o que podemos associar à necessidade de ajustamento osmótico constante, levando ao maior consumo de fotoassimilados e reduzindo o investimento na produção (Deka et al., 2018). Fato que também pode ser observado nas plantas sob déficit hídrico na fase de floração (E3), nesse caso devido à elevada perda de viabilidade do grão de pólen, afetando o desenvolvimento do fruto (Formagio et al., 2021).

As demais estratégias deficitárias de irrigação apresentaram comportamentos neutros, o que demonstra uma regulação em seu metabolismo para equilibrar o investimento metabólico com a produção do maracujazeiro-azedo.

CONCLUSÕES

A fase fenológica do maracujazeiro-azedo apresenta respostas distintas a condição de déficit hídrico, sendo as mais prejudiciais quando submetidas a fase de floração e combinada a vegetativa com frutificação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

ANURADHA, R. K.; BISHNOI, C. Assimilate partitioning and distribution in fruit crops: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 3, p. 479-484, 2017.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2019. 545p.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTO, C. J.; LIMA, I. DE. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, 2008.56 p.

DEKA, D.; SINGH, A. K.; SINGH, A. K. Effect of drought stress on crop plants with special reference to drought avoidance and tolerance mechanisms: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, p. 2703-2721, 2018.

FORMAGIO, M. G.; FACHI, L. R.; DEZENGRINI, E. M. B.; KRAUSE, D. P.; CAMPOS, T. N. V.; LIMA, K. S.; KRAUSE, W. Rede de correlações entre características de flor e de fruto do maracujazeiro-azedo. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, p. 49-54, 2021.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4th ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008. 1020p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal 2023**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 02 de jul. 2025.

Meletti, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91, 2011.

MORAIS, R. R.; MACÊDO, J. P. S.; CAVALCANTE, L. F.; LOBO, J. T.; SOUTO, A. G. L.; MESQUITA, E. F. Arranjo espacial e poda na produção e qualidade química de maracujá irrigado com água salina. **Irriga**, v. 25, p. 549-561, 2020.

NUNES, J. C. **Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante**. 2016. 164p. (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

PINHEIRO, F. W.; LIMA, G. S.; SOUSA, P. F. N.; SOUZA, W. 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**, v. 27, p. 42-50, 2023.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017.

SANTOS, W. M.; SOUZA, R. M. S.; SOUZA, E. S. DE; ALMEIDA, A. Q. DE; ANTONINO, A. C. D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, p. 368-376, 2017.

SUN, Y.; WANG, C.; CHEN, H. Y.; RUAN, H. Response of plants to water stress: A meta-analysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, e978, 2020.