



RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO TOMATE CEREJA SOB DISTINTAS ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO E APLICAÇÃO DE HIDROGEL

Daniela Andreska da Silva¹, Maria Vanessa Pires de Souza¹, Karine Silva Pimentel Vidal², Francisco Gleyson da Silveira Alves³, Magno José Duarte Cândido⁴, Alexsandro Oliveira da Silva⁵

RESUMO: O uso de tecnologias e estratégias de uso da água que visem elevar a produtividade das culturas frente a limitação hídrica e mudanças climáticas, têm sido foco de atuais estudos. Para isso, a compreensão do metabolismo vegetal sob condições de estresse hídrico é primordial para elaborar o melhor manejo da cultura, atribuindo o uso racional dos recursos hídricos. O trabalho objetivou avaliar parâmetros fisiológicos e de crescimento do tomate cereja pêra vermelho produzido sob estratégias de irrigação e hidrogel. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 5 x 2, referentes às cinco estratégias de irrigação (IP - irrigação plena, DR - irrigação com déficit contínuo, E3 - irrigação com déficit na fase vegetativa, E4 - irrigação com déficit na fase de floração e frutificação, E5 - irrigação com déficit na fase de maturação e colheita) e, uso e não uso do hidrogel. As variáveis de crescimento analisadas foram: altura da planta, diâmetro caulinar, número de folhas, comprimento radicular, área foliar, massa fresca da folha, do caule e da raiz, massa seca da folha, do caule e da raiz. As variáveis fisiológicas analisadas foram: índice SPAD, concentração interna de gás carbônico, taxa de transpiração foliar, condutância estomática, taxa fotossintética líquida, eficiência instantânea de carboxilação e temperatura da folha. O comprimento de raiz, massa fresca e seca da raiz e massa seca da folha não exibiram diferença significativa para os tratamentos. A estratégia DR evidenciou a pior resposta para os parâmetros de crescimento, enquanto a estratégia E3 exibiu resposta similar ao IP, apresentando as melhores respostas. Para as variáveis fisiológicas, apenas o teor de clorofila, taxa de transpiração, condutância estomática e temperatura foliar exibiram resposta significativa às

¹ Doutoranda, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ce. Email: daniela.andsk@gmail.com

² Mestranda, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ce

³ Pesquisador Visitante, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ce

⁴ Professor, Doutor, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ce

⁵ Professor, Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ce

estratégias de irrigação, não sendo observado inferência significativa do hidrogel. A estratégia DR, com e sem hidrogel, reduziram os parâmetros fisiológicos e de crescimento, não devendo ser recomendada ao cultivo do tomate cereja pêra vermelho.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, trocas gasosas, déficit hídrico.

MORPHOPHYSIOLOGICAL RESPONSE OF CHERRY TOMATO UNDER DIFFERENT IRRIGATION STRATEGIES AND HYDROGEL APPLICATION

ABSTRACT: The use of technologies and water use strategies that aim to increase crop productivity in the face of water limitation and climate change have been the focus of current studies. For this, understanding plant metabolism under conditions of water stress is essential to develop the best crop management, attributing the rational use of water resources. The objective of this work was to evaluate physiological and growth parameters of red pear cherry tomatoes produced under irrigation and hydrogel strategies. A randomized block design with split plots was adopted, in a 5 x 2 factorial scheme, referring to the five irrigation strategies (IP - full irrigation, DR - irrigation with continuous deficit, E3 - irrigation with deficit in the vegetative phase, E4 - irrigation with deficit in the flowering and fruiting phase, E5 - irrigation with deficit in the maturation and harvest phase) and, use and non-use of hydrogel. The smoothed growth variables were: plant height, stem diameter, number of leaves, root length, leaf area, leaf, stem and root fresh mass, leaf, stem and root dry mass. The physiological variables analyzed were: chlorophyll content, internal carbon dioxide concentration, leaf transpiration rate, stomatal conductance, net photosynthetic rate, instantaneous carboxylation efficiency and leaf temperature. Root length, fresh and dry mass of the root and dry mass of the leaf showed no significant difference between the treatments. The DR strategy showed the worst response for the growth parameters, while the E3 strategy showed a similar response to the IP, presenting the best responses. For the regulatory ones, only the chlorophyll content, transpiration rate, stomatal conductance and leaf temperature showed a significant response to the irrigation strategies, with no significant inference being observed for the hydrogel. The RD strategy, with and without hydrogel, reduced the physiological and growth parameters and should not be recommended for the cultivation of red pear cherry tomatoes.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*, gas exchange, water deficit.

INTRODUÇÃO

Considerando o cenário de escassez hídrica associado aos solos característicos da região semiárida, faz-se necessário a adoção de estratégias de manejo de irrigação para garantia da segurança hídrica e alimentar. Elevar a capacidade de retenção de água no solo pode ser uma alternativa para a produção agrícola, sobretudo no cultivo do tomateiro, hortaliça altamente exigente em água em todo seu ciclo fenológico.

A resposta vegetal ao déficit hídrico integra uma rede complexa de mudanças fisiológicas e morfológicas (MORALES et al., 2015). Redução de produtividade da cultura, abscisão foliar e redução da altura da planta, massa fresca e seca das distintas partes da planta São algumas das alterações fisiológicas recorrentes no metabolismo vegetal resultantes do estresse hídrico.

Atualmente, segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2021), a cultura do tomate lidera o ranking das hortaliças mais consumidas do Brasil, com produção mundial apontada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, de 189,13 milhões de toneladas, no ano de 2021, sendo no Brasil estimado em 3,68 milhões de toneladas (FAO, 2021).

O uso de ferramentas e técnicas que contribuam para o aumento da produtividade das culturas agrícolas em regiões áridas e semiáridas, têm sido fundamentais para compreensão de parâmetros morfológicos e mecanismos fisiológicos das culturas. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros fisiológicos e de crescimento do tomate cereja pêra vermelho sob distintas estratégias de irrigação e aplicação de hidrogel.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. A cultivar utilizada foi o tomate pêra vermelho. As mudas foram conduzidas em bandejas de polietileno seguindo 22 dias até o transplântio para vasos de 11L, contendo solo arenoso e nos tratamentos “CH” a incorporação de 9,9g de hidrogel para 1/3 do solo. O solo utilizado no estudo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura franco-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas (DBC) com esquema fatorial 5x2, referentes às cinco estratégias de irrigação conforme a fase fenológica da cultura (IP - irrigação plena, DR - irrigação com déficit contínuo,

E3 - irrigação com déficit na fase vegetativa, E4 - irrigação com déficit na fase de floração e frutificação, E5 - irrigação com déficit na fase de maturação e colheita). Para o segundo fator, adotou-se tratamento com “H” e sem o uso do hidrogel, constando três plantas por parcela experimental, com 4 repetições, totalizando 40 parcelas. Foi estabelecido déficit de 50% da evapotranspiração da cultura.

O espaçamento entre plantas foi de 0,40m e entre linhas de 0,80m, apresentando cerca de 12 vasos por linha e 10 vasos por coluna. Foi utilizado o sistema de irrigação localizada tipo fita gotejadora com emissores espaçados a 0,40m, com vazão de $1,6 \text{ L h}^{-1}$, pressão de serviço de 20 mca, com tubos de polietilenos de 16 mm, apresentando um emissor por planta. Nos primeiros 10 dias após o transplântio (DAT) todos os tratamentos receberam a mesma irrigação, afim de garantir o estabelecimento uniforme das plantas. Seguidamente, as irrigações foram realizadas diariamente utilizando como manejo da irrigação o tanque Classe A instalado no interior da estufa, considerando o déficit hídrico estabelecido como 50% da evapotranspiração da cultura (ETc) nas estratégias submetidas a déficit (DR, E3, E4, E5).

Os parâmetros analisados foram: altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), massa fresca da folha, do caule e da raiz, (MFF, MFC e MFR, respectivamente), massa seca da folha, do caule e da raiz (MSF, MSC e MSR, respectivamente). As variáveis fisiológicas analisadas foram: teor de clorofila (SPAD), concentração interna de gás carbônico (C_i), taxa de transpiração foliar (E), condutância estomática (GS), taxa fotossintética líquida (A) e temperatura da folha (Tleaf). As avaliações ocorreram aos 30, 60 e 90 dias após o transplântio (DAT).

Para a análise de produtividade os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo SAS (SAS, 1992) versão 9.4 e para comparações entre médias de tratamentos foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os gráficos foram elaborados com auxílio do SigmaPlot 12.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para as variáveis significativas relacionadas ao crescimento das plantas de tomate cereja pêra vermelho encontra-se resumida na tabela 1, sendo possível verificar que o uso do polímero hidrogel influenciou significativamente apenas na altura da planta aos 90 DAT e nas variáveis área foliar e massa fresca da folha. Em contrapartida, o efeito da estratégia de irrigação não apontou resposta significativa apenas para o comprimento

radicular, massa fresca da raiz, massa fresca da folha e massa seca da raiz. A interação dos tratamentos não exibiu resposta significativa para as variáveis analisadas.

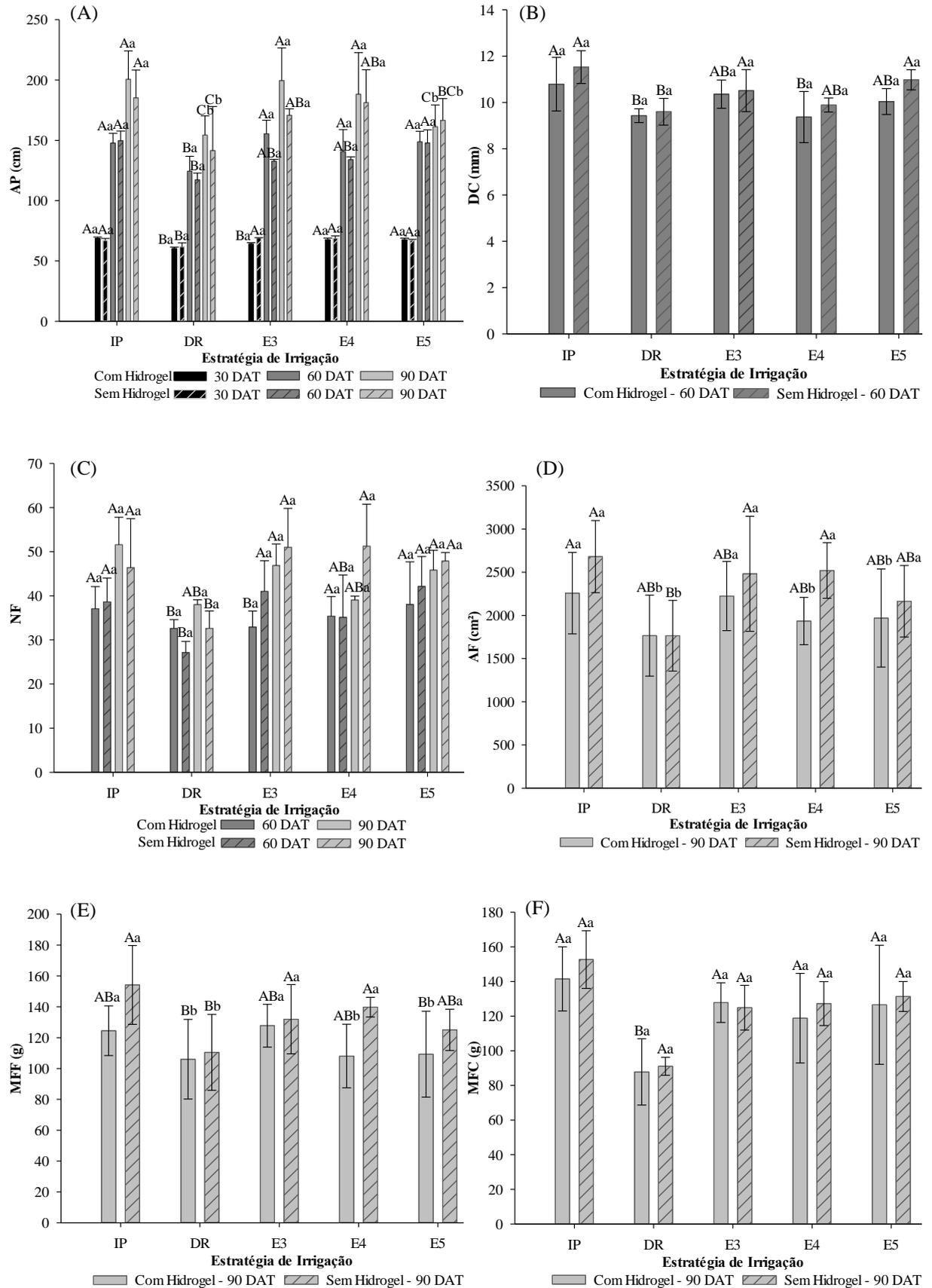
Tabela 1. Resumo das análises de variância (F calculado) para os parâmetros de crescimento do tomate cereja pêra vermelho, em função das estratégias de irrigação e doses de hidrogel.

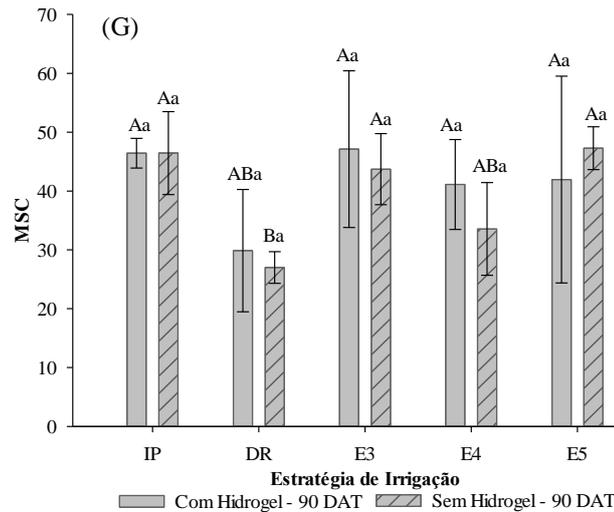
Parâmetro Avaliação	DAT	Fonte de Variação				CV (%)	Média geral
		Bloco	Estratégia (E)	Hidrogel (H)	E x H		
AP	30	0,39 ^{ns}	27,78 [*]	4,43 ^{ns}	0,29 ^{ns}	2,38	66,19
	60	0,59 ^{ns}	8,58 [*]	4,08 ^{ns}	1,47 ^{ns}	7,99	139,86
	90	3,15 ^{ns}	9,67 [*]	4,83 ^{**}	1,09 ^{ns}	9,64	174,93
DC	60	1,11 ^{ns}	4,95 [*]	4,10 ^{ns}	0,24 ^{ns}	8,41	10,23
	60	3,68 [*]	6,30 ^{**}	1,35 ^{ns}	2,72 ^{ns}	12,03	36,00
NF	90	1,20 ^{ns}	1,24 [*]	0,61 ^{ns}	2,67 ^{ns}	14,06	45,05
	90	9,11 ^{**}	6,09 ^{**}	8,64 [*]	1,01 ^{ns}	14,43	2176,8
MFF	90	3,37 ^{ns}	5,66 ^{**}	13,75 ^{**}	2,06 ^{ns}	13,54	125,05
MFC	90	2,90 ^{ns}	9,35 ^{**}	0,65 ^{ns}	0,15 ^{ns}	15,74	122,99
MSC	90	1,45 ^{ns}	6,00 ^{**}	0,37 ^{ns}	0,59 ^{ns}	21,75	40,45

Fonte: Autor, 2023. AP – Altura da planta, DC – diâmetro caulinar, NF – número de folhas, AF – área foliar, MFF – massa fresca da folha, MFC – massa fresca do caule, MSC – massa seca do caule, DAT - dias após transplântio; CV - coeficiente de variação. Legenda: ns - não significativo; (*) significativo 5% de probabilidade; (**) significativo 1% de probabilidade pelo teste F*.

Na Figura 1, verifica-se que as plantas de tomateiro quando submetidas à estratégia DR manifestaram as menores médias em todos os parâmetros de crescimento avaliados, independente do uso do polímero hidrogel, enquanto as maiores médias das variáveis de crescimento foram evidenciadas na estratégia IP.

Semelhantemente, Lima et al. (2017), em pesquisa sobre lâminas de irrigação no tomate de mesa, constataram maior aumento na AP quando aplicado lâmina de 100% da ETo. Com efeito, plantas submetidas à déficit hídrico sofrem redução da turgescência celular e produção do etileno, provocando redução na expansão celular vegetal e, conseqüentemente, diminuição do crescimento da planta (TORRECILLAS et al., 1996; MORALES et al., 2015). Ademais, Bergamaschi et al. (2004), relatam que a baixa disponibilidade hídrica no solo pode promover redução da AF por meio do secamento ou queda foliar, a fim de reduzir a perda de água por transpiração.





Fonte: Autora. AP – Altura da planta, DC – diâmetro caulinar, NF – número de folhas, AF – área foliar, MFF – massa fresca da folha, MFC – massa fresca do caule, MSC – massa seca do caule. Letras maiúsculas (A, B,...) diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para a estratégia de irrigação; Letras minúsculas (a, b) diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para o hidrogel. Letras iguais, não diferem entre si significativamente. Comparar letras maiúsculas e minúsculas referentes ao mesmo período de avaliação.

Figura 1. Médias e desvios-padrão para as variáveis de crescimento do tomate cereja pêra vermelho, em função das estratégias de irrigação e uso do hidrogel, aos 30, 60 e 90 DAT.

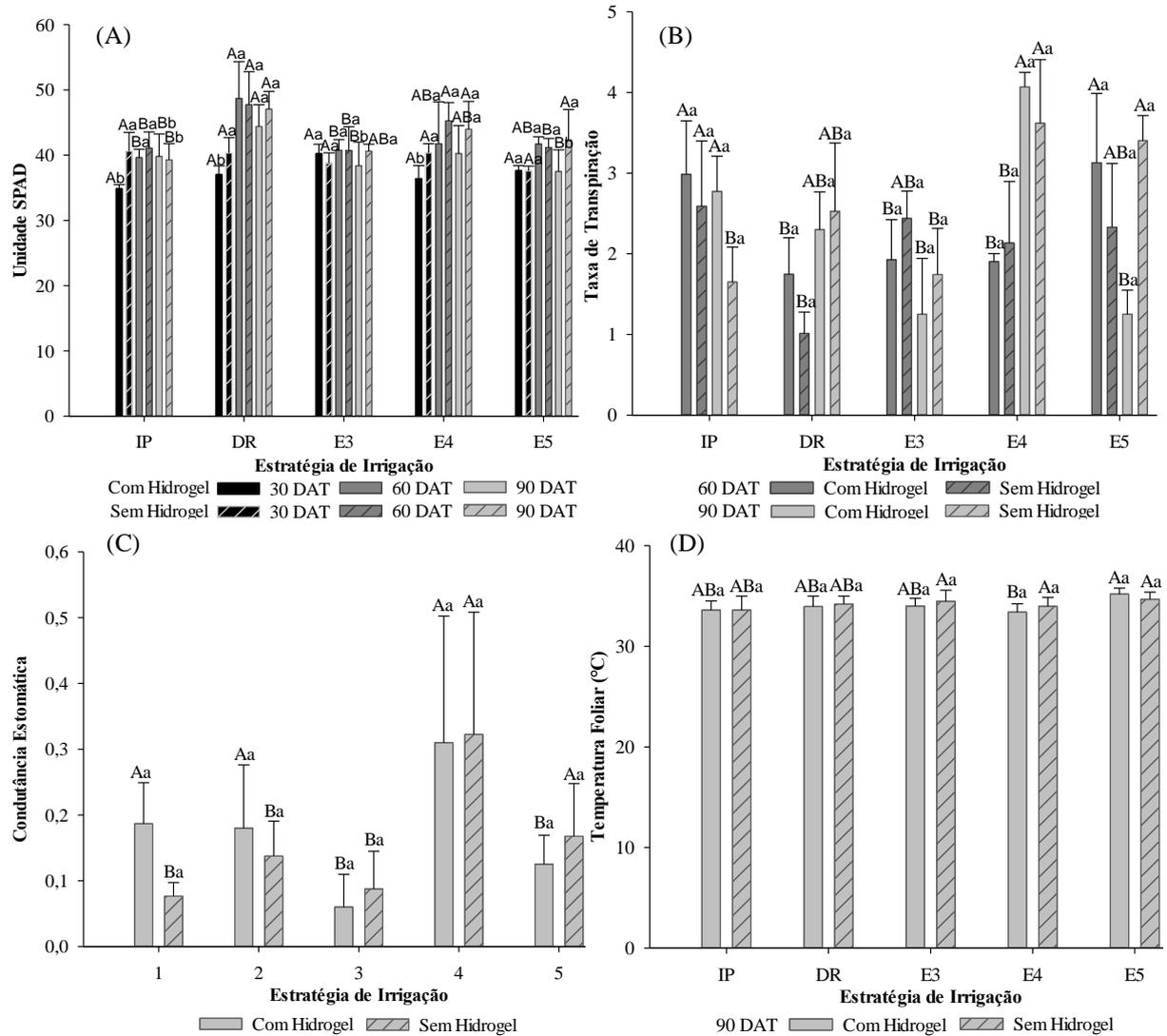
Para as características de trocas gasosas não foi evidenciado resposta significativa ao uso do hidrogel em nenhum dos períodos avaliados (Tabela 2). Em contrapartida, a estratégia de irrigação mostrou-se fator determinante apontando diferença significativa para a taxa de transpiração foliar (E), condutância estomática (GS) e temperatura foliar (Tleaf). A relação de interação entre as estratégias de irrigação e a aplicação de hidrogel apontou significância apenas para a variável condutância estomática aos 30 DAT. Para a concentração interna de gás carbônico (C_i) e taxa fotossintética líquida (A) não foram observadas diferenças significativas em nenhuma das avaliações e fontes de variação.

Tabela 2. Resumo das análises de variância (F calculado) para os parâmetros fisiológicos do tomate cereja pêra vermelho, em função das estratégias de irrigação e doses de hidrogel.

Parâmetro Avaliação	DAT	Fonte de Variação				CV (%)	Média geral
		Bloco	Estratégia (E)	Hidrogel (H)	E x H		
SPAD	60	2,29 ^{ns}	6,53 ^{**}	0,23 ^{ns}	0,41 ^{ns}	7,99	42,59
	90	3,47 ^{ns}	6,16 ^{**}	7,26 [*]	0,88 ^{ns}	9,64	41,36
E	60	0,06 ^{ns}	5,50 ^{**}	0,25 ^{ns}	0,75 ^{ns}	35,44	2,44
	90	5,35 [*]	6,49 ^{**}	0,33 ^{ns}	2,13 ^{ns}	24,45	2,44
GS	60	1,47 ^{ns}	3,70 [*]	0,63 ^{ns}	1,13 ^{ns}	168,61	1,01
	90	10,19 ^{**}	4,35 [*]	0,00 ^{ns}	2,13 ^{ns}	52,45	0,18
Tleaf	90	6,91 ^{**}	3,66 [*]	0,39 ^{ns}	0,62 ^{ns}	2,31	34,11

Fonte: Autor, 2023. Legenda: ns - não significativo; (*) significativo 5% de probabilidade; (**) significativo 1% de probabilidade pelo teste F*; DAT - dias após transplante; CV - coeficiente de variação.

Na Figura 2 são apresentados os gráficos contendo as médias e desvio padrão das variáveis unidade SPAD, taxa de transpiração, condutância estomática e temperatura foliar (Figura 2A, 2B, 2C e 2D, respectivamente).



Fonte: Autora. Letras maiúsculas (A, B,...) diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para a estratégia de irrigação; Letras minúsculas (a, b) diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para o hidrogel. Letras iguais, não diferem entre si significativamente. Comparar letras maiúsculas e minúsculas referentes ao mesmo período de avaliação.

Figura 2. Médias e desvios-padrão obtidos para a taxa de transpiração (E), condutância estomática (GS) e temperatura foliar (Tleaf) do tomate cereja pra vermelho, em função das estratégias de irrigação e uso do hidrogel, avaliados aos 30, 60 e 90 DAT.

Para a variável unidade SPAD, verifica-se que apenas aos 60 e 90 DAT foi evidenciado resposta significativa aos tratamentos submetidos, para a estratégia de irrigação e somente aos 90 DAT para o fator hidrogel. No geral, nota-se que plantas submetidas a estratégia DR exibiram, os maiores índices de teor de clorofila na cultura, independente do uso do hidrogel. Em concordância, Rodrigues et al. (2021) estudando a cultura da braquiária, concluíram que, a

elevação da produção de clorofila pode estar relacionada ao déficit hídrico, na tentativa de resistir ao estresse hídrico.

A variável taxa de transpiração (E), exibiu maior média aos 90 DAT na estratégia E4, independente do uso do hidrogel, sendo aos 60 DAT exibido as maiores médias na estratégia IP, independente do fator hidrogel, seguido do tratamento E5 com hidrogel (Figura 2D). Segundo Silva et al. (2015), menores aberturas estomáticas implicam em menores taxas de transpiração, elevando a temperatura da folha. Analisando a temperatura foliar (Tleaf) (Figura 2D), verifica-se que a correspondente estratégia (E5) submetida a déficit aos 90 DAT, exibiu o maior pico de temperatura, sem evidência de diferença significativa ao uso do hidrogel, seguida da estratégia E3 sem hidrogel.

Apesar de somente as estratégias DR e E5 estarem sob déficit hídrico aos 90 DAT, nota-se temperaturas elevadas nos demais tratamentos, devendo-se possivelmente à condição de estresse, visto completado 24h após a última irrigação. De acordo com Morales et al. (2015), o aumento da Tleaf em plantas submetidas a lâminas de irrigação reduzidas, ocasiona uma menor transpiração, mecanismo principal de arrefecimento das plantas.

CONCLUSÕES

A estratégia de déficit hídrico regular, com e sem uso do polímero hidrogel, reduziram os parâmetros fisiológicos e de crescimento, não devendo ser recomendada ao cultivo do tomate cereja pêra vermelho. Plantas sob déficit hídrico regular evidenciaram maior acúmulo de clorofila.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004.

LIMA, T. P.; GOMES FILHO, R. R.; CADORE, R.; FREITAS, D. S.; CARVALHO, C. M.; AGUIAR NETTO, A. O. A. Lâminas de irrigação e formas de adubação na produção de tomate de mesa. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 18-25, 2017.

MORALES, R. G. F.; RESENDE, L. V.; BORDINI, I. C.; GALVÃO, A. G.; REZENDE, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **S. Agra.**, v. 16, n.1, p.9-17, 2015.

MORALES, R. G. F.; RESENDE, L. V.; BORDINI, I. C.; GALVÃO, A. G.; REZENDE, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 1, p. 9-17, 2015.

RODRIGUES, N.; CARVALHO, G. D. O.; TAVARES, S. D. L.; DONAGEMMA, G.; CLEMENTE, E. D. P. **Índice SPAD para monitoramento da atividade fotossintética da braquiária submetida ao estresse hídrico**. Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2. Ponta Grossa: Atena, 2021. cap. 7, p. 80-86.

SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M.; FILGUEIRAS, L. M. B. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 946- 460 952, 2015.

SILVA, K. D. F.; MENEZES, F. M. N.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, N. L.; GUEDES, F. L.; POMPEU, R. C. F. F.; SOUZA, H. A. Produção, clorofila e eficiência do uso da água em milho cultivado em solo de área degradada. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, p. 573-584, 2015.

SRINIVASA RAO, N. K.; BHATT, R. M.; SADASHIVA A. T. Tolerance to Water Stress in Tomato Cultivars. **Photosynthetica**, Prague, v. 38, n. 3, p. 465-467, 2001.

TORRECILLAS, A.; ALARCÓN J. J.; DOMINGO, R.; PLANES, J.; SANCHEZ-BLANCO, M. J. Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. **Plant Science**, London, v. 118, n. 2, p. 135-143, 1996.

TORRECILLAS, A.; ALARCÓN, J. J.; DOMINGO, R.; PLANES, J.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. **Plant Science**, London, v. 118, n. 2, p. 135-143, 1996.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 199-209, 2005.