





ORIGINAL PAPER

Eficiência do uso da água em cultivares de tomate irrigados no semiárido

Efficiency of water use in irrigated tomato cultivars in the semi-arid regions

Alexsandro Oliveira da Silva^{1*} ; Antonio Vanklane Rodrigues de Almeida¹ ; Valsergio Barros da Silva¹  & Janiquelle da Silva Rabello¹ 

¹Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil

Resumo: A irrigação por gotejamento na cultura do tomate apresenta-se com grande potencial de uso em regiões semiáridas, devido ao controle rigoroso do uso da água. Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a eficiência do uso da água em cultivares de tomate sob diferentes lâminas de irrigação, diante disto, um experimento foi realizado, no município de Pentecoste - CE. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições. As parcelas foram constituídas por cinco níveis de irrigação (50%; 75%; 100%; 125% e 150% da $ET_{c_{loc}}$), e as subparcelas por duas diferentes cultivares de tomate (Santa Adélia e IPA6), totalizando 30 parcelas experimentais. As seguintes variáveis foram analisadas: número de frutos por planta, rachados e comerciais; diâmetro longitudinal e transversal do fruto; massa fresca do fruto; produtividade e eficiência do uso da água. Para a eficiência do uso da água, foram obtidos os valores de $21,7 \text{ kg m}^{-3}$ para Santa Adélia e $8,10 \text{ kg m}^{-3}$ para IPA6. Em regime de escassez hídrica, o uso de apenas 75% da $ET_{c_{loc}}$, nas condições do presente estudo, pode ser considerada uma opção para o manejo da irrigação. A cultivar Santa Adélia pode ser recomendada para as condições locais, devido a elevada eficiência do uso da água desta cultivar.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., irrigação por gotejamento, semiárido.

* Autor correspondente: E-mail: alexsandro@ufc.br

Editores: Rafael Dreux Miranda Fernandes e Petterson Costa Conceição Silva

Recebido em: 30 de maio de 2021

Aceito em: 28 de dezembro de 2021

Abstract: Drip irrigation in tomato crops has great potential for use in semi-arid regions, due to the strict control of water use. The aim of the study was to evaluate the efficiency of water use in tomato cultivars under different water depth irrigation. In view of this, an experiment was carried out in the municipality of Pentecoste-CE, Brazil. The experimental design used was in randomized blocks with plots subdivided with three replications. The plots consisted of five irrigation levels (50%, 75%, 100%, 125% and 150% of $ET_{c_{loc}}$), and the subplots consisted of two different tomato cultivars (Santa Adélia and IPA 6), totaling 30 experimental unit. The following variables were analyzed: number of fruits per plant, cracked and commercial; longitudinal and transversal diameter of the fruit; fresh mass of the fruit, yield and efficiency of water use. For the efficiency of water use, the values of 21.7 kg m^{-3} were obtained for Santa Adélia and 8.10 kg m^{-3} for IPA6. In regime of water scarcity, the use of only 75% of $ET_{c_{loc}}$, for the conditions of the present study, may be an option for the irrigation management. Cultivar Santa Adélia can be recommended for local conditions, considering the high efficiency of water use.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., drip irrigation, semiarid.

Introdução

A irrigação das áreas agrícolas constitui alternativa para aumento da produção da maioria das culturas, proporcionando um incremento de produtividade da ordem de 200% em diversos cultivos (Bernardo et al., 2019; Silva Júnior et al., 2018). Contudo, a agricultura irrigada, para manter-se sustentável, em termos econômico-social e ambiental, precisa ser eficiente no uso da água, e essa eficiência, é tomada como a razão entre a quantidade de água efetivamente usada pela cultura e a quantidade retirada da fonte. Em contrapartida, o aumento da eficiência no uso da água com um sistema de irrigação localizada exige do agricultor um elevado custo inicial, quando comparado a outros sistemas (Frizzzone et al., 2012; Marouelli et al., 2012), portanto, opções como o cultivo de tomate são uma alternativa para a recuperação do capital investido, pois esta hortaliça proporciona um alto valor agregado (Marouelli & Silva, 2007; Montesano et al., 2015; Silva et al., 2019) e na maioria das vezes uma ótima relação de custo/benefício.

Dentro desta perspectiva, o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) destaca-se por suas características como: boa rusticidade, alto valor de mercado, produtividade e boa aceitação por parte dos consumidores (Filgueira, 2013). Contudo, a escolha da

cultivar ideal para as condições de clima, solo e água não são simples e muitas vezes, faltam informações e ensaios envolvendo a produtividade de diferentes cultivares para uma determinada região, fazendo com que os produtores utilizem cultivares apenas com informações populares, sem bases agrônômicas, acarretando baixas produtividades e reduzindo assim a possibilidade de maior lucratividade. Alves et al. (2016) observaram diferentes valores de produtividade entre as cultivares IPA 6, Santa Clara e Santa Kruz em ambiente protegido e no campo, onde estes autores concluíram que o aumento do uso de insumos é necessário para elevar o potencial produtivo destas cultivares.

O sistema de irrigação por gotejamento na cultura do tomate apresenta-se com grande potencial de uso, principalmente em regiões semiáridas, onde a escassez de recursos hídricos direciona a produção de hortaliças para o uso do método de irrigação localizada. Segundo Marouelli et al. (2012), a irrigação por gotejamento associada ao uso da fertirrigação promove incremento de 20-30% na produtividade da cultura do tomate e uma economia de água na ordem de 30% em relação a irrigação por aspersão. Elnesr et al. (2015) observaram uma maior eficiência do uso da água na cultura do tomate para irrigação por gotejamento subsuperficial, sendo este manejo de água

economicamente viável. Além disto, a irrigação por gotejamento pode facilitar no uso de estratégias de déficit hídrico (Chen et al., 2014), já que a vazão para reposição da lâmina armazenada no solo, é menor do que em outros sistemas (Bernardo et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a eficiência do uso da água em cultivares de tomate sob diferentes lâminas de irrigação em região semiárida.

Material e Métodos

Descrição da área experimental

O experimento foi realizado no período compreendido entre o dia 1º de setembro de 2017 à 31 de janeiro de 2018 (total de 153 dias) em área pertencente ao Prece (Programa de Educação em Células Cooperativas), no município de Pentecoste-CE, com coordenadas geográficas, 39°12'46" de longitude Oeste e 03°55'20" de latitude Sul, e 56 m de altitude. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen do tipo BSw'h', quente e

semiárido, com chuvas irregulares distribuídas de fevereiro a maio, precipitação pluviométrica média anual de 860 mm, evaporação potencial de 1.475 mm, temperatura média anual em torno de 26,8 °C e umidade relativa média do ar de 73,7%.

Durante a realização do experimento dados de temperatura, umidade relativa e precipitação (Figura 1) foram registrados por meio de termo-higrômetro e pluviômetro instalados a 50 m da área experimental. As maiores temperaturas médias foram registradas entre os dias 13 e 25 de setembro (13 a 25 dias de realização do experimento), com temperatura média chegando até 32 °C. A umidade relativa média foi de 54% com maiores valores registrados aos 148 dias após o experimento. Com relação a precipitação, o total acumulado foi de 111,2 mm, sendo que 87,4 mm ocorreram entre os dias 18 e 31 de janeiro de 2018 (141 a 153 dias de realização do experimento).

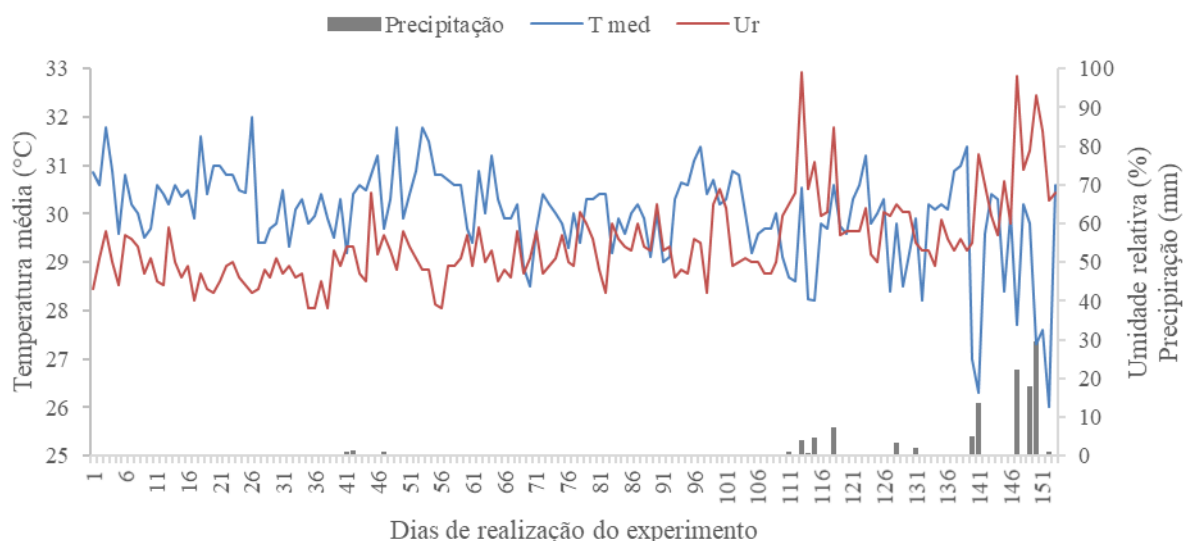


Figura 1: Dados climáticos de temperatura média (Tmed), precipitação e umidade relativa do ar (Ur) durante a realização do experimento.

O solo da área foi classificado como bruno não cálcico (Santos et al., 2018) de textura franco-arenosa e a análise física e química encontra-se presentes na Tabela 1, estas análises foram realizadas no

laboratório de solo e água da FUNCEME/UFC, com a metodologia utilizada para as análises químicas e físicas descritas em Teixeira et al. (2017).

Manejo da irrigação

O método de irrigação localizada optado foi pelo sistema por gotejamento, possuindo linha lateral com 16 mm de diâmetro e emissores espaçados em 0,20 m, com vazão de 2,20 L h⁻¹ e pressão de serviço de 10 mca. O manejo da irrigação foi realizado com base na ET_{Cloc}, utilizando o coeficiente da cultura de acordo com sua fase fenológica (K_c = 0,80; 1,05; 1,15; 1,25; 0,90), conforme Allen et al. (1998) e Allen e Pereira (2009). O coeficiente de localização (KL) foi baseado na percentagem de área molhada conforme Bernardo et al. (2019), com formação do bulbo úmido de maneira a provocar uma faixa molhada. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida mediante leitura em tanque Classe A, localizado a cinco metros do experimento. Para a eficiência do sistema (E_a), foi considerado o valor de 0,9, após realização de testes como coeficiente de uniformidade de distribuição e emissão, conforme literatura (Frizzone et al., 2012; Silva et al., 2016). O tempo de irrigação (T_i) calculado para aplicação da lâmina de água, pode ser observado na equação 1.

$$T_i = \frac{ET_{Cloc} \times E1 \times E2}{Ea \times N \times q} \quad (1)$$

Em que,

T_i – tempo de irrigação (h); ET_{Cloc} – evapotranspiração localizada (mm dia⁻¹); E1 – Espaçamento entre plantas (m); E2 – Espaçamento entre linhas laterais (m); E_a – Eficiência do sistema de irrigação (decimal); N – número de emissores por planta; q – vazão do emissor (L h⁻¹).

O total acumulado da irrigação total necessária (ITN) aplicada, variaram no intervalo entre 311,98 e 853,18 mm, para o experimento realizado, conforme pode-se observar na Tabela 2. Para quantificação dos valores observados, a irrigação foi realizada em turnos de rega diários, fracionados em duas aplicações ao dia (manhã e tarde) para redução do processo de evaporação da água no solo em altas temperaturas.

Tabela 2: Lâminas de irrigação acumulada durante o experimento

Tratamentos	ET _c	ET _{Cloc} acumulada	ITN
	acumulada	mm	acumulada
ET _{Cloc} 50%	405,88	280,79	311,98
ET _{Cloc} 75%	608,82	402,56	447,28
ET _{Cloc} 100%	811,77	534,32	593,68
ET _{Cloc} 125%	1014,71	646,09	717,87
ET _{Cloc} 150%	1217,55	767,86	853,18

ET_c – evapotranspiração da cultura, ET_{Cloc} – evapotranspiração localizada; ITN – irrigação total necessária.

Condução experimental

Inicialmente, as plantas foram semeadas em bandejas de 200 células em substrato de vermiculita e pó de coco, separando-se as mudas mais vigorosas. O transplântio ocorreu com 25 dias após a semeadura, quando as mudas apresentaram de quatro a seis folhas definitivas. Aos 20 dias após o transplântio (DAT) foi realizada uma

amontoa e a adubação de cobertura equivalente a 20.000 kg ha⁻¹ de composto orgânico (P = 314,7 mg kg⁻¹; K = 1690 mg kg⁻¹; Ca = 14 cmol_c dm⁻³, Mg = 9,2 cmol_c dm⁻³; Na = 1,14 cmol_c dm⁻³; Fe = 26,9 mg dm⁻³; Cu = 0,4 mg dm⁻³; ; Zn = 20,4 mg dm⁻³; Mn = 100,3 mg dm⁻³), sendo este parcelado em três aplicações aos 20, 40 e 60 DAT.

Foram realizadas desbrotas semanalmente, sendo os tomateiros conduzidos por tutoramento em arames dispostos horizontalmente na altura de 2 m por meio de estacas e o sustentamento das plantas mantidos por fitilhos, amarrados de maneira vertical. Foram mantidas quatro hastes por planta, onde estas foram conduzidas com duas hastes secundárias. Os espaçamentos adotados foram de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras.

Variáveis analisadas

A colheita dos frutos foi realizada semanalmente (dos 45 aos 120 DAT) quando os frutos atingiram cor verde – clara no corpo e coloração avermelhada no ápice, sendo separados em dois grupos: com e sem rachaduras. Os frutos miúdos, com diâmetro transversal menor que 50 mm, foram considerados não comerciais. Em seguida, iniciaram-se as avaliações das variáveis: número total de frutos por planta (NFP), número de frutos rachados (NFR) e número de frutos comerciais (NFC), obtidos pela contagem dos frutos. As variáveis diâmetro longitudinal médio do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF) foram determinados diretamente com auxílio de um paquímetro digital em mm. A variável massa fresca média do fruto (MFF) foi determinada com o auxílio de uma balança digital com precisão de 0,001g e pelo número total de frutos pesados. A produtividade da cultura (Y) foi determinada levando em consideração as variáveis NFP e MFF, conforme equação 2:

$$Y = \left(\frac{20.000 \times NFP \times MFF}{1000} \right) \quad (2)$$

Em que,

Y – Produtividade da cultura ($t \text{ ha}^{-1}$); NFP – Número de frutos por planta; MFF – Massa fresca dos frutos (kg); 20000 – Número de plantas ha^{-1} para o espaçamento de (1 m x 0,5 m); 1000 – Fator de conversão da produção de kg para t.

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida pela relação entre a produtividade da cultura (kg ha^{-1}) e o volume de água aplicado (m^3) conforme estudos propostos por Silva et al. (2019) utilizando a equação 3.

$$EUA = \frac{Y}{V} \quad (3)$$

Em que,

EUA – Eficiência do uso da água (kg m^{-3}); Y – Produtividade da cultura (kg ha^{-1}); V – Volume de água aplicado ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e, posteriormente, a análise de variância à 5% ($p < 0,05$) e 1% ($p < 0,01$) de probabilidade. As variáveis qualitativas foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$), e quando as variáveis foram quantitativas, estas foram avaliadas pela análise de regressão. Os modelos de regressão foram selecionados de acordo com o nível de significância ($p < 0,05$). Para as análises estatísticas foi empregado o software SISVAR (Ferreira, 2011). Posteriormente, os dados foram submetidos a análise multivariada para definição de grupos semelhantes pelo método de agrupamento de algoritmos particionados do tipo K-Means (Cluster) e posteriormente foi realizada a análise de componentes principais (PCA), no qual os autovetores e autovalores foram obtidos a partir da matriz de correlação de dados normalizados de valores originais. Para esta análise foi utilizado o software estatístico R® (R Development Core Team, 2019).

Resultados e Discussão

Parâmetros de produção

Observa-se na Tabela 3, o resumo da análise de variância para as variáveis estudadas. Para o fator $ET_{c_{loc}}$ observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para as variáveis DTF, DLF, MFF e EUA, o que demonstra a sensibilidade do uso da água para variáveis de produção da cultura do tomate, conforme já descrito em diversos

trabalhos envolvendo estudos para esta cultura (Marino et al., 2014; Silva et al., 2019). Para o fator cultivares, todas as variáveis com exceção do NFR, foram significativas ($p < 0,01$) pelo teste F. Tais diferenças podem ser atribuídas a diversos fatores, dentre eles a pré-disposição genética das cultivares estudadas com a tolerância a seca (Luna-Flores et al., 2015) ou sensibilidade à elevadas temperaturas (Rodríguez-Ortega et al., 2017).

Trabalhos como os de Almeida et al. (2020) demonstram que o excesso de água aplicado, pode acarretar maior crescimento de diversos órgãos das plantas como túberas e frutos, causando inclusive deformidades deste último, o que enfatiza ainda mais a necessidade de uso eficiente da água para as plantas, principalmente por meio da irrigação (Aleman et al., 2020), com uso de critérios de manejo adequados para a cultura (Montesano et al., 2015).

Tabela 3: Análise de variância (teste F) para as variáveis número de frutos por planta (NFP), número de frutos rachados (NFR), número de frutos comerciais (NFC), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF), massa do fruto (MFF), produtividade da cultura (Y) e eficiência do uso da água (EUA)

Fonte de variação	NFP	NFR	NFC	DTF	DLF	MFF	Y	EUA
	ANOVA (Teste F) – Quadrado médio							
Bloco	85,49	4,44	61,63	0,10	0,10	4,13	226,72	18,63
ET _{Cloc}	24,78	61,29	146,05	0,63**	1,13**	667,05**	139,31	164,37**
Resíduo 1	28,79	19,90	64,50	0,05	0,05	6,17	192,24	8,71
Cultivar (C)	1214,7**	0,90	1153,2**	58,8**	4,0**	54017,0**	29330,6**	1387,1**
ET _{Cloc} x C	57,46	20,47	53,61	2,13	0,53	1881,8	768,00	93,55
Resíduo 2	38,85	29,26	42,63	1,26	0,13	1312,4	870,73	33,26
CV1 (%)	11,01	40,44	21,31	5,25	6,19	3,10	19,65	19,85
CV2 (%)	12,79	49,03	17,32	24,47	9,36	45,15	41,82	38,78

** significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Observa-se na Figura 3, a comparação entre as cultivares submetidas a diferentes disponibilidades de água pela irrigação com o uso do Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Para as variáveis NFP e NFC a cultivar IPA6 com valores para NFP de 55,09 planta⁻¹ e NFC de 43,89 planta⁻¹ demonstrou melhor desempenho com diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação a cultivar Santa Adélia com NFP de 42,36 planta⁻¹ e NFC de 31,49 planta⁻¹. Para as variáveis DTF e DLF, observou-se maiores valores ($p < 0,05$) para a cultivar Santa Adélia com DTF de 6,02 cm e DLF de 4,20 cm em relação a cultivar IPA 6 com DTF de 3,41 cm e DLF de 3,50 cm.

Os resultados deste estudo são superiores aos apresentados por Marouelli et al. (2011) em pesquisa sobre a produção de tomateiro orgânico irrigado (cultivar Poliana) no Distrito Federal, no qual os autores observaram valores de NFP (27,3 planta⁻¹) e NFC (15,6 planta⁻¹), com a irrigação por gotejamento, inferiores ao sistema por

microaspersão. Possivelmente as diferenças observadas entre os experimentos podem ser atribuídas as variações climáticas, cultivares utilizadas e condução de cultivos, o que conseqüentemente podem diferenciar lâminas de água aplicadas.

As diferenças observadas entre as cultivares podem estar relacionados a diversos aspectos como fisiológico (Taiz & Zeiger, 2004), pela resistência a seca, a própria estrutura diferenciada entre os frutos de ambas as cultivares (Luna-Flores et al., 2015), adaptabilidade ao clima, espaçamentos entre plantas (Ismail & Mousa, 2014) entre outras variáveis. Segundo os estudos de Chen et al. (2014) as condições de cultivo podem ser outro fator relevante para obtenções de elevadas produtividades, pois cultivos em ambientes protegidos estão menos expostos a pragas e doenças, além de intemperes não controláveis em condições de campo, o que pode desfavorecer ou reduzir o desempenho de determinadas cultivares, a exemplo de

geadas, velocidade do vento, elevadas temperaturas etc.

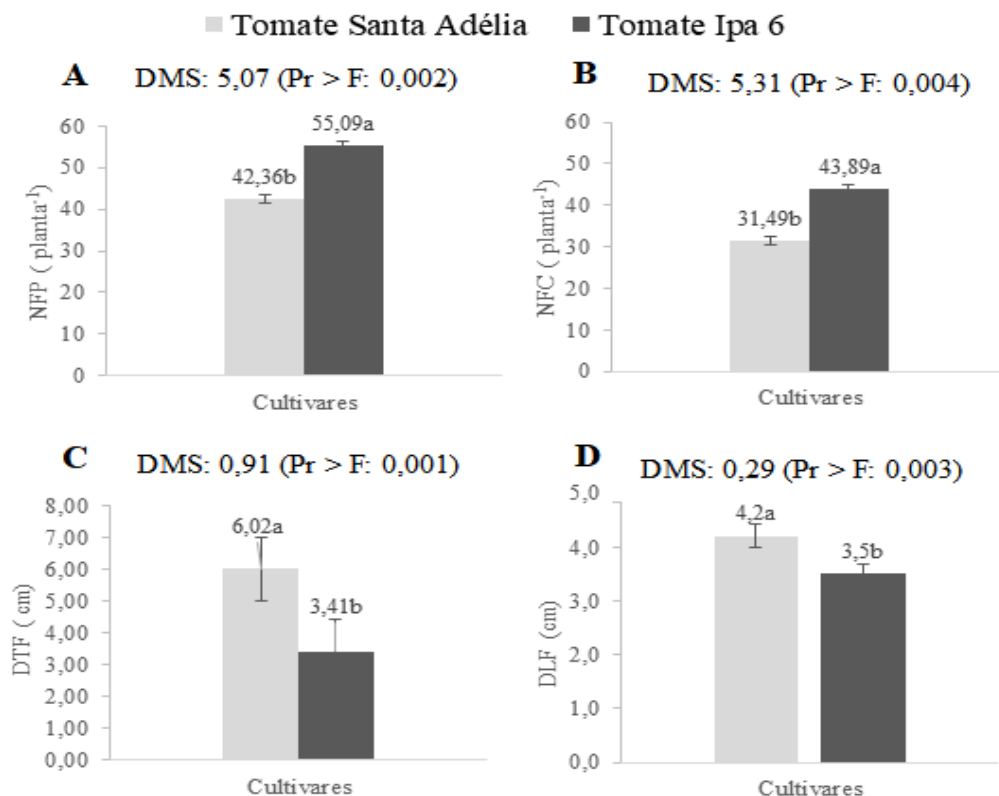


Figura 3: Teste de Tukey ($p < 0,05$) para as variáveis número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais (NFC), diâmetro transversal (DTF) e longitudinal (DLF) obtidas em função das cultivares de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa, Pr > F – significância exata do teste F.

Para as variáveis de produção MFF (Figura 4A), Y (Figura 4B) e EUA (Figura 4C) observou-se que a cultivar Santa Adélia obteve melhor desempenho quando comparada a cultivar IPA 6 pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os valores de MFF foram superiores a diversos estudos (Marouelli et al., 2011; Marouelli & Silva, 2007; Silva et al., 2019) que tinham como base a irrigação localizada para suprimento hídrico, o que aponta para um potencial produtivo da cultivar Santa Adélia na região de estudo. A produtividade (Y) obtida no presente estudo com valor médio de $101,8 \text{ t ha}^{-1}$ foi

semelhante aos valores obtidos por Chen et al. (2014) em cultivo de tomate do tipo 'pink' na cidade de Wuwei na província de Gansu na China, onde estes autores observaram valores entre 102 e 118 t ha^{-1} para a produtividade do tomateiro em condições controladas sob ambiente protegido com lâminas máximas aplicadas de $279,8 \text{ mm ciclo}^{-1}$, aplicadas em diferentes fases fenológicas da cultura e ocorrido nos anos de 2012 e 2013 com o sistema de irrigação por sulco.

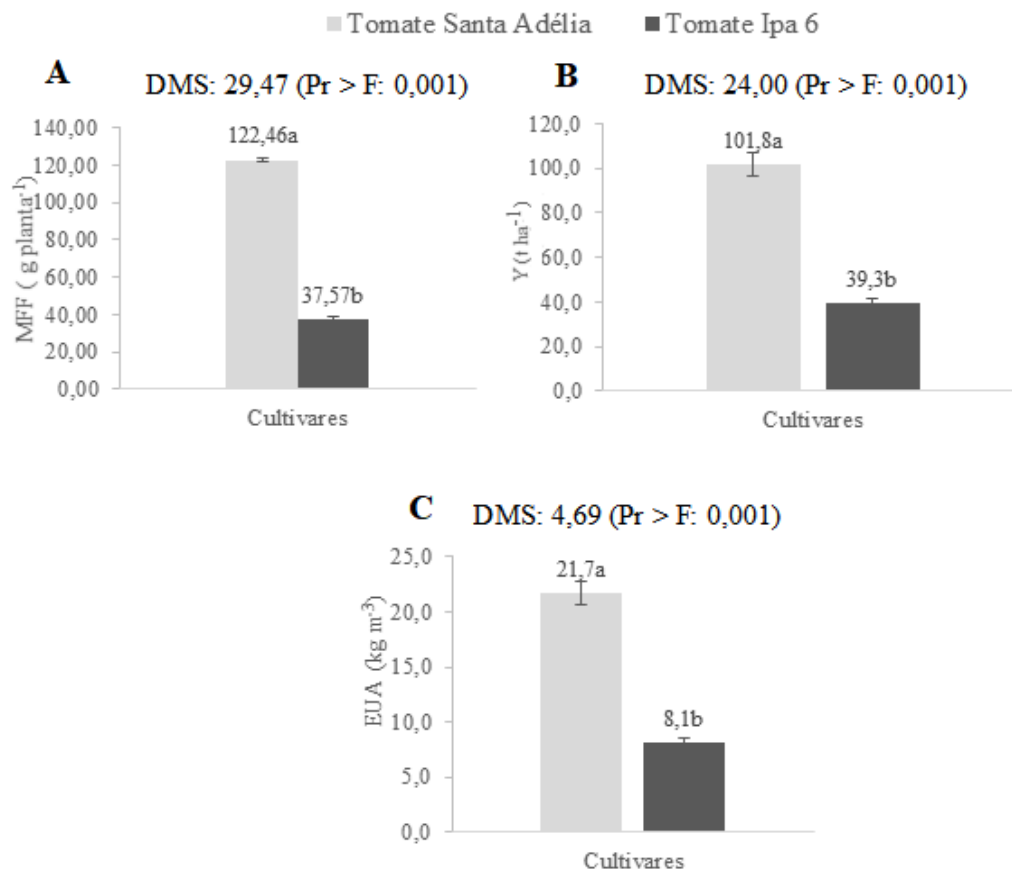


Figura 4: Teste de Tukey ($p < 0,05$) das variáveis massa fresca média do fruto (MFF), produtividade (Y) e eficiência do uso da água (EUA) obtidas em função das cultivares de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa, Pr > F – significância exata do teste F.

Para a EUA foram obtidos os valores de 21,7 kg m⁻³ (SA) e 8,10 kg m⁻³ (IPA6), sendo estes diferentes estatisticamente, conforme teste de Tukey ($p < 0,05$). Os valores observados para a cultura SA, foram semelhantes aos observados por Mukherjee et al. (2012), onde estes autores observaram valores entre 16 e 12 kg m⁻³ em estudos relacionados ao uso de mulching e diferentes regimes de irrigação (sequeiro, perda acumulativa de evaporação de 25 e 50 mm pelo tanque). Elnesr et al. (2015), avaliando três técnicas de manejo da irrigação (gotejamento por pulso, gotejamento enterrado com duas linhas laterais e gotejamento enterrado com auxílio de barreira física) para a cultura do tomate, observaram valores de EUA entre 11,9 e 18,3 kg m⁻³. Segundo Silva et al. (2019) elevada EUA para culturas, com manejo da irrigação sob déficit hídrico,

podem ser uma estratégia interessante para regiões com baixa disponibilidade de água, como o semiárido brasileiro, neste sentido a cultivar SA pode ser inserida nesta estratégia devido a sua elevada EUA (Figura 4C).

Na Figura 5 pode-se observar os modelos de análise de regressão ajustados para as variáveis DTF (Figura 5A), DLF (Figura 5B), MFF (Figura 5C) e EUA (Figura 5D). Para a variável resposta DTF, observou-se um ajuste linear com aumento de 0,0081 cm para cada incremento unitário da ET_{loc} . Para a variável DLF observou-se ajuste linear ($p < 0,01$) com aumento de 0,008 cm para cada incremento unitário da ET_{loc} . Para a variável MFF, observou-se ajuste quadrático ($p < 0,05$) com maiores valores (90,54 g planta⁻¹) para 150% da $ET_{c_{loc}}$. Para a EUA o ajuste quadrático demonstra que os maiores valores de eficiência (23,12 kg m⁻³) estão de

fato localizados na irrigação com déficit, algo mencionado anteriormente como

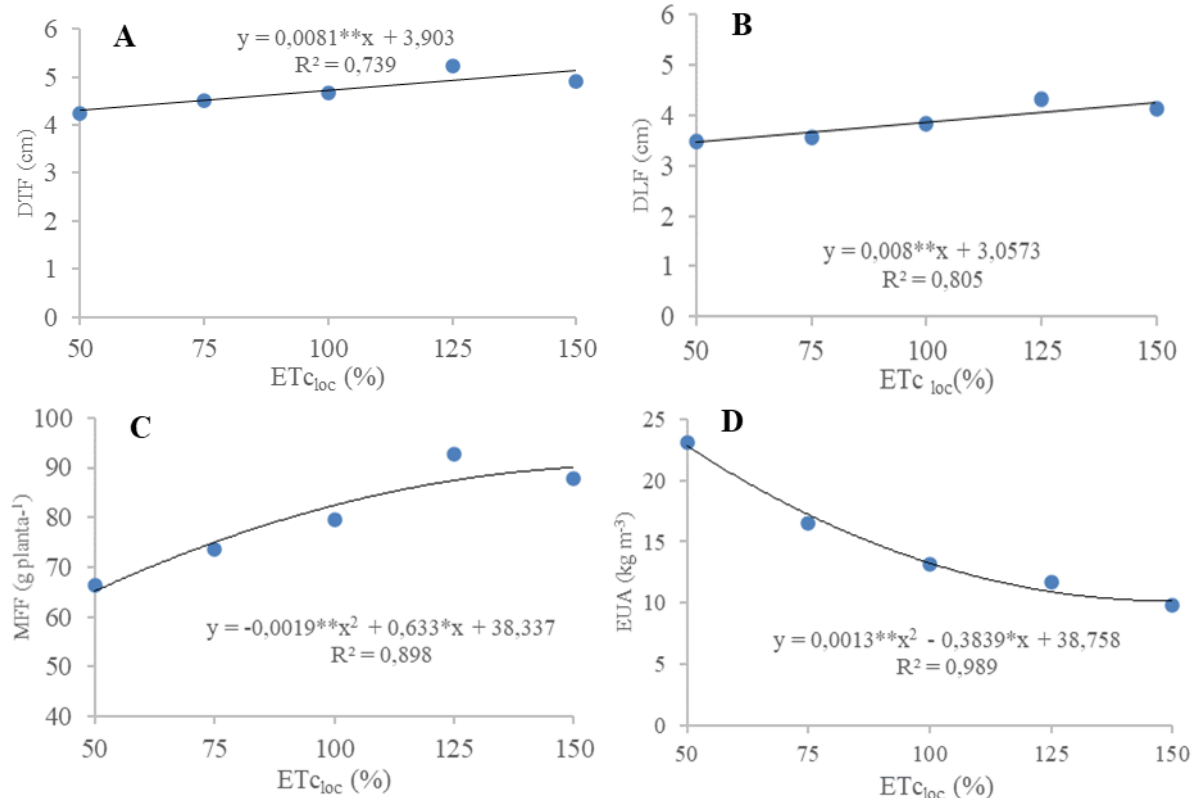


Figura 5: Análise de regressão para as variáveis diâmetro transversal dos frutos – DTF (A), diâmetro longitudinal dos frutos – DLF (B), massa fresca dos frutos – MFF (C) e eficiência do uso da água – EUA (D) em função dos níveis de $ET_{c_{loc}}$ aplicados na cultura do tomate. **e * significativo a 1 e 5% pelo teste T.

Pesquisas como as de Silva et al. (2019) indicam que a irrigação deficitária pode ser uma estratégia útil, já que a EUA é maior em manejos de irrigação com aplicações abaixo de 100% $ET_{c_{loc}}$. Por outro lado, a aplicação de 150% da $ET_{c_{loc}}$ mostra-se inviável, pois apesar de obter incrementos na MFF, mostrou-se não efetiva no aumento da produtividade das culturas e na EUA. Almeida et al. (2021), observaram em estudos sobre o incremento na produção do rabanete para cada m^3 de água aplicado que os maiores valores de EUA estão diretamente alinhados a redução da lâmina de água aplicada, devendo observar sempre o valor ótimo para cada cultura, o que acarreta maior lucratividade, portanto a estratégia de irrigação deve ser analisada com cautela.

importante para regiões com baixa disponibilidade de água.

Análise de componentes principais

Através da análise de agrupamento (Cluster) pode-se observar dois grupos (Figura 6), ambos relacionados as cultivares estudadas, onde a maioria das variáveis respostas (EUA, Y, MFF, DTF e DLF) estão relacionadas a cultivar SA e apenas as variáveis NFC e NFP foram influenciadas de maneira direta pela cultivar IPA6. Os componentes principais (PC1 e PC2) representam 84,1% de toda a variância dos dados, com 67,4% para PC1 e 16,7% para a PC2. As variáveis MFF, DTF, Y, DLF, NFP e NFC tiveram maiores contribuições no PC1, enquanto NFR contribuiu de maneira mais efetiva no PC2.

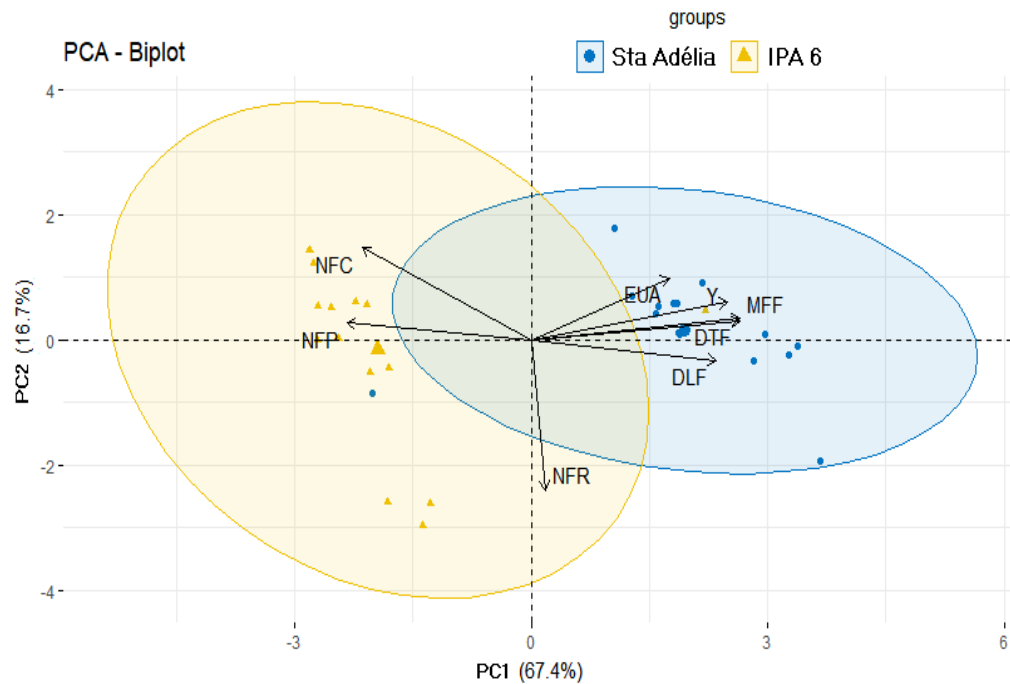


Figura 6: Componentes principais para as variáveis número de frutos por planta (NFP), número de frutos rachados (NFR), número de frutos comerciais (NFC), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF), massa do fruto (MFF), produtividade da cultura (Y) e eficiência do uso da água (EUA).

A diferença de rendimento entre as cultivares evidencia a necessidade do planejamento agrícola correto, em que apenas o manejo da irrigação (Aleman et al., 2020) não é suficiente para aumentar a produção agrícola, de maneira competitiva no mercado e sim a escolha correta de diversos fatores, dentre eles a seleção de cultivares com maior tolerância ao ambiente de cultivo (Luna-Flores et al., 2015), neste caso, o semiárido.

Conclusões

O uso da irrigação, com redução das lâminas aplicadas, pode ser uma alternativa para produção do tomateiro nas condições locais do presente estudo, levando em consideração a necessidade do uso de cultivares com maior tolerância à seca.

Em regime de escassez hídrica, o uso de apenas 75% da $ET_{C_{loc}}$, para as condições do presente estudo, pode ser uma opção para o manejo da irrigação.

A cultivar Santa Adélia pode ser recomendada para as condições locais

(baixa disponibilidade de água e elevadas temperaturas), considerando a eficiência do uso da água.

Referências

- Aleman, C. C.; Campos, F. B.; Mantovani, E. H. Precision tools for irrigation management of tomato seedlings. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 2, p. 421-428, 2020. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n2a2020-43252>
- Allen, R. G.; Pereira, L. S. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. *Irrigation Science*, v. 28, n. 1, p. 17-34, 2009. <http://doi.org/10.1007/s00271-009-0182-z>
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO (Irrigation and Drainage Paper 56), 1998. 50p.
- Almeida, A. V. R. de; Silva, A. O.; Santos, J. S. G.; Rabello, J. da Silva. Resposta da cultura do rabanete sob cultivo orgânico aos fatores de produção água e cobertura do solo. *Irriga*, v. 26, n. 1, p. 42-54, 2021.

<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v26n1p42-54>

Almeida, A. V. R. de; Silva, A. O.; Costa, R. N. T.; Santos, J. da S. G.; Silva, G. F. Use of carnauba palm bagana to reduce water consumption in the production of irrigated radish. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 4, p. 1071-1081, 2020. <http://doi.org/10.1007/s00271-009-0182-z>

Bernardo, S.; Mantovani, E. C.; Silva, D. D. da; Soares, A. A. *Manual de Irrigação*. 9.ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545p.

Chen, J.; Kang, S.; Du, T.; Guo, P.; Qiu, R.; Chen, R.; Gu, F. Modeling relations of tomato yield and fruit quality with water deficit at different growth stages under greenhouse condition. *Agricultural Water Management*, v. 146, p. 131-148, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.026>

Elnesr, M. N.; Alazba, A. A.; El-Abedein, A. I. Z.; El-Adl, M. M. Evaluating the effect of three water management techniques on tomato crop. *PLoS ONE*, v. 10, n. 6, p. 1-17, 2015. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0129796>

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

Filgueira, A. R. F. *Novo Manual de Olericultura*. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 421p.

Frizzone, J. A.; Freitas, P. S. L.; Rezende, R.; Faria, M. A. de. *Microirrigação: gotejamento e microaspersão*. Maringá: EDUEM, 2012. 356p.

Ismail, S. M.; Mousa, M. A. A. Optimizing tomato productivity and water use efficiency using water regimes, plant density and row spacing under arid land conditions. *Irrigation and Drainage*, v. 63, n. 5, p. 640-650, 2014. <http://doi.org/10.1002/ird.1868>

Luna-Flores, W.; Estrada-Medina, H.; Morales-Maldonado, E.; Álvarez-Rivera, O. Estrés por déficit hídrico en plantas: una revisión. *Chilean Journal Agriculture and Animal Science ex Agro-Ciencia*, v. 30, n. 3, p. 31-36, 2015.

Marino, S.; Aria, M.; Basso, B.; Leone, A. P.; Alvino, A. Use of soil and vegetation spectroradiometry to investigate crop water use

efficiency of a drip irrigated tomato. *European Journal of Agronomy*, v. 59, p. 67-77, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.eja.2014.05.012>

Marouelli, W. A.; Medeiros, M. A. de; Souza, R. F. de; Resende, F. V. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento em cultivo solteiro e consorciado com coentro. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 3, p. 429-434, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000300029>

Marouelli, W. A.; Silva, H. R. da; Silva, W. L. de C. E. *Irrigação do tomateiro para processamento*. Brasília: Embrapa, 2012. 24p. (Circular Técnica).

Marouelli, W. A.; Silva, W. L. C. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. *Irrigation Science*, v. 25, n. 4, p. 411-418, 2007. <http://doi.org/10.1007/s00271-006-0056-6>

Montesano, F. F.; Serio, F.; Mininni, C.; Signore, A.; Parente, A.; Santamaria, P. Tensiometer-based irrigation management of subirrigated soilless tomato: Effects of substrate matric potential control on crop performance. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, p. 61-69, 2015. <http://doi.org/10.3389/fpls.2015.01150>

Mukherjee, A.; Sarkar, S.; Chakraborty, P. K. Marginal analysis of water productivity function of tomato crop grown under different irrigation regimes and mulch managements. *Agricultural Water Management*, v. 104, p. 121-127, 2012. <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.12.006>

R Development Core Team. *An Introduction to R*. 2019. 105p. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2021.

Rodriguez-Ortega, W. M.; Martinez, V.; Rivero, R. M.; Camara-Zapata, J. M.; Mestre, T.; Garcia-Sanchez, F. Use of a smart irrigation system to study the effects of irrigation management on the agronomic and physiological responses of tomato plants grown under different temperatures regimes. *Agricultural Water Management*, v. 183, p. 158-168, 2017. <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.014>

Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. Á. de; Lumbreras, J. F.;

Coelho, M. R.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Araujo Filho, J. C. de; Oliveira, J. B. de; Cunha, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2018. 356p.

Silva, A. O. da; Silva, D. J.; Bassoi, L. H. Nitrate and potassium concentration in fertigated soil cultivated with wine vines. *Ciencia e Agrotecnologia*, v. 40, n. 3, p.305-316, 2016. <http://doi.org/10.1590/1413-70542016403042215>

Silva, C. da J.; Frizzone, J. A.; Silva, C. A. da. Tomato yield as a function of water depths and irrigation suspension periods. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 8, p. 591-597, 2019. <http://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n8p591-597>

Silva Júnior, J. F. da; Silva, A. O. da; Klar, A. E.; Silva, I. P. de F. e; Tanaka, A. A. Yield and development of tomato crop using different water managements and water quality. *Irriga*, v. 23, p. 298-313, 2018. <http://doi.org/10.45809/irriga.2018v23n2p298-313>

Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant Physiology*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 643p.

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.