



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA/AGRONOMIA**

JANIQUELLE DA SILVA RABELO

**RESPOSTAS DO TOMATE CEREJA IRRIGADO UTILIZANDO COBERTURA DO
SOLO COM BAGANA DE CARNAÚBA**

FORTALEZA

2017

JANIQUELLE DA SILVA RABELO

RESPOSTAS DO TOMATE CEREJA IRRIGADO UTILIZANDO COBERTURA DO
SOLO COM BAGANA DE CARNAÚBA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito a obtenção do título de mestre em Fitotecnia/Agronomia. Área de concentração: Horticultura/Olericultura.

Orientador: Dr. Marcelo de Almeida Guimarães

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R114r Rabelo, Janiquelle da Silva.
Respostas do tomate cereja irrigado utilizando cobertura do solo com bagana de carnaúba / Janiquelle da Silva Rabelo. – 2017.
58 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

1. Disponibilidade hídrica.; 2. Solanum lycopersicum var. cerasiforme; L. 3. Trocas gasosas; . 4. Eficiência de uso da água.; 5. Eficiência instantânea de carboxilação. I. Título.

CDD 630

JANIQUELLE DA SILVA RABELO

RESPOSTAS DO TOMATE CEREJA IRRIGADO UTILIZANDO COBERTURA DO
SOLO COM BAGANA DE CARNAÚBA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito a obtenção do título de mestre em Fitotecnia/Agronomia. Área de concentração: Horticultura/Olericultura.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus

Aos meus pais, Marineide e José Carlos

Aos meus irmãos, Nanzinha, Juninho e Deone

Meus sobrinhos, Heloísa, Rebeca e Luís Guilherme,

Dedico

Aos meus avós paternos Maria Nobre e Raimundo Arcolau

A minha vó materna Nenca,

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e oportunidade de lutar e recomeçar a cada amanhecer e me fazer acreditar que era possível.

Aos meus pais, Marineide e José Carlos meu bem mais precioso, agradeço por todo amor, amor que me fez criar forças todos os dias e não me deixou desistir da realização desse sonho. Pela paciência e compreensão pela separação e distância vivenciada em todos esses anos.

Aos meus queridos irmãos Jeriane Rabelo (Nanzinha), Junes Rabelo (Juninho) e Jerônimo Rabelo (Deone) minha fortaleza que sempre acreditaram em mim e me apoiaram nessa conquista.

Aos meus avós paternos Maria Nobre e Raimundo Arcolau e minha vó materna Nenca por todo amor e carinho.

A meu namorado Valsergio Barros pela grande contribuição na realização da pesquisa, pelos bons e maus momentos pelos quais passamos durante toda árdua caminhada vivida na época do experimento. Pelo companheirismo, amizade, carinho e amor.

Ao programa de pós-graduação em fitotecnia pela oportunidade do curso e corpo docente pelos conhecimentos adquiridos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo durante o curso e bolsa DT – Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora conferida ao orientador.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães pela excelente orientação, por todo conhecimento adquirido, por toda oportunidade dada, pela amizade, conselhos e confiança, meu profundo respeito e gratidão.

Ao Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa agradeço pela orientação e auxílio financeiro durante a realização da pesquisa, pela confiança depositada em mim, pela motivação, por sua amizade, ensinamentos e pelo exemplo de pessoa e profissional.

À Profa. Dra. Rosilene Mesquita agradeço pelo apoio a pesquisa e compartilhamento de conhecimento.

Ao programa de estudantes de células cooperativas – PRECE, pelo espaço físico para a realização do experimento e apoio financeiro. Ao professor Manoel Andrade coordenador do programa e todo o grupo e parceiros do programa, em especial ao Antonio Vanklane e sua família, Thiago Alcântara, Júnior Alcântara e José Alfredo pela contribuição e a amizade durante a execução do experimento, atividades exaustivas, mas, que tornaram momentos de alegria e diversão.

A todos os moradores da comunidade de Cipó pela acolhida durante o experimento.

A todos os amigos do Grupo de Pesquisa NEON em especial a Caris Viana, Hozano Lemos Ítalo Sampaio, Ana Régia e Celly Maia por toda ajuda e amizade durante o mestrado.

Aos amigos Germano Gomes e Edibergue pela ajuda na execução da pesquisa.

A todos os amigos da pós-graduação em Fitotecnia, Solos e Nutrição de Plantas e Engenharia Agrícola, Maria Edvânia, Nougla Mendes, Ricardo Miranda, José Israel, Alfredo Mendonça, Janaina Mendonça, Luana Soares e Danilo Nogueira, amigos da graduação para a vida.

Aos funcionários da Fitotecnia em especial ao Robson, Rodolfo, Eliza e Deocleciano.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente, meus sinceros agradecimentos.

“Saber muito não lhe torna inteligente.

A inteligência se traduz na forma que você recolhe,
julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação.”

Carl Saga

RESUMO

O tomateiro compõe um grupo de hortaliças muito exigentes em água. Uma alternativa para o melhor aproveitamento deste insumo agrícola ocorre através do uso de sistemas de irrigação que sejam eficientes, principalmente quando associados ao uso de cobertura no solo. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta do tomateiro cereja, submetido a diferentes disponibilidades hídricas em solo com e sem cobertura em área localizada no semiárido nordestino. O experimento foi conduzido em propriedade agrícola destinada à produção orgânica, pertencente ao Programa de Educação em Células Cooperativas e Estudantis – (Prece), localizada no município de Pentecoste - CE. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições por tratamento, arranjado em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas lâminas de irrigação com 50; 75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração da cultura (ET_c), as quais foram estimadas de acordo com a evaporação do tanque Classe A e coeficiente de cultivo. Já as subparcelas, pela cobertura do solo com bagana de carnaúba e solo sem cobertura, tendo cada parcela uma área total de 28 m², sendo cada subparcela de 7 m² e constituída por 12 plantas cada. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Aos 90 dias após a semeadura (DAS) foram avaliados os seguintes parâmetros fisiológicos das plantas: a) concentração interna de gás carbônico (C_i -ppm); b) taxa de transpiração foliar (E -mmol m⁻² s⁻¹); c) condutância estomática (g_s -mol m⁻² s⁻¹); d) taxa fotossintética líquida (A -mmol m⁻² s⁻¹); e) razão entre as concentrações de gás carbônico interno e do ambiente (C_i/C_a); f) eficiência instantânea do uso da água - E_iUA (A/E); g) eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i); e h) temperatura da folha (°C). Também foram avaliados aspectos agrônômicos relacionados à produção e a características dos frutos, que foram colhidos com coloração ‘verde cana’, sendo então avaliados: 1) massa de frutos comerciais por planta (g. planta⁻¹); 2) massa de frutos não comerciais por planta (g. planta⁻¹); 3) massa de frutos totais por planta (g. planta⁻¹); 4) número de frutos comerciais por planta; 5) número de frutos não comerciais por planta; 6) número de frutos totais por planta; 7) comprimento do fruto (CF, cm); 8) diâmetro do fruto (DF, cm); e 9) produtividade (PROD, t.ha⁻¹). Além dos fatores já citados, também foi avaliada a eficiência no uso da água (kg m⁻³) pelas plantas de tomateiro cereja. Os maiores números de frutos totais e comerciais foram obtidos quando o solo estava coberto com bagana de carnaúba, sendo concomitantemente irrigados com lâminas de 75 e 100% da ET_c . A bagana de carnaúba e as lâminas de 100 e 125% foram responsáveis pelo maior valor de massa fresca dos frutos. Os maiores diâmetros e comprimentos dos frutos foram obtidos em solo com cobertura. Foram

observadas diferenças nas características fisiológicas das plantas cultivadas nos diferentes tratamentos. A máxima produtividade, 11.404,20 kg ha⁻¹, foi obtida com 107,5% da ETc, já para o solo sem cobertura, à máxima produtividade foi de 7.778,86 kg ha⁻¹ obtida com a lâmina de 140% da ETc. Verificou-se uma eficiência no uso da água por plantas do tomateiro cereja de 3,06 kg m⁻³ e 1,95 kg m⁻³ com e sem cobertura do solo, respectivamente. Conclui-se que foi possível obter maior produtividade, eficiência do uso da água, melhores características morfológicas e comportamento fisiológico de plantas de tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivadas em solo coberto com bagana de carnaúba e irrigadas por gotejamento comparativamente ao cultivo em solo sem cobertura.

Palavras-chaves: Disponibilidade hídrica. *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* L. Trocas gasosas. Eficiência de uso da água. Eficiência instantânea de carboxilação.

ABSTRACT

The tomato compounds a group of vegetables very exigent in water. One alternative for better exploitation of this input occurs through the utilization of efficient irrigation systems, mainly when associated to practice of no-tillage. In light of the above, this work aimed to evaluate the response of tomato under different hydric availabilities without soil, with and without coverage in area located in the Northeastern semiarid. The experiment was conducted in a farmer property designated to commercialization under organic production, belonging to the Program of Education in Cooperative and Student Cells – (Prece), located in the city of Pentecoste-CE. The trial design utilized was a randomized-complete blocks design, within three repetitions per treatment, arranged into a split-plot system. The plots were constituted by irrigation lines with 50; 75; 125 and 150% of evapotranspiration of crop (ET_c), which were estimated according to evaporation of Class A Tank and the crop coefficient. On the other hand, the subsections, by no-till coverage by residue of carnauba and soil without coverage, being each plot in a total area of 28m², being each subsection of 7m², constituted by 12 plants each. The plant spacing utilized was 0,5m per plant and the row spacing was 1,0 m per line. Within 90 days, it was evaluated the following physiological parameters: a) internal concentration of carbon gas (C_i-ppm); leaf transpiration tax (E-mmol m²s⁻¹); c) stomatal conductance (g_s-mol m²s⁻¹); d) liquid photosynthetic tax (A-mmol m²s⁻¹); e) ration between concentration of internal and free carbon gas (C_i/C_a); f) instantaneous efficiency of water use – E_iU_A (A/E); g) instantaneous carboxylation efficiency (A/C_i); and h) life temperature (°C). It was also evaluated the agronomic aspects related to production and fruits characters, which were harvested with coloration ‘honeydew’, thus evaluated 1) Mass of commercial fruits per plant (g. plant⁻¹); 2) Mass of non-commercial fruits per plant (g. plant⁻¹); 3) Mass of total fruits per plant (g. plant⁻¹); 4) Number of commercial fruits per plant; 5) Number of non-commercial fruits per plant; 6) Total number of fruits per plant; 7) Fruit length (CF, cm); 8) Fruit diameter (DF, cm) and 9) Productivity (PROD, tHA⁻¹). Furthermore, it was also evaluated the efficiency on water use (Kg m³) by cherry tomato plants. The greater numbers of total fruits and commercial ones were obtained while the soil was under coverage of residue of carnauba and concurrently irrigated with lines of 75 and 100% of ET_c. The carnauba residue and the lines of 100 and 125% were responsible for the greatest values of fresh matter of fruits. The greater diameters and length of fruits were obtained with soil under coverage. The differences in physiological characteristics have been observed in the plants cropped under different treatments. The maximum productivity, 11404,20 kg ha⁻¹ obtained under the line of 140% of ET_c. It was verified an

efficiency on the water use per plants of cherry tomato of 3,06 kg m³ and 1,95 kg m³ with and without soil coverage, respectively. It has been concluded that it has been possible to obtain greater productivity, efficiency on water use, greater morphological characters and physiological behavior of cherry tomato plants 'red' cropped in soil with residue of carnauba and irrigated by drip irrigation comparatively to cropping into soil without coverage.

Keywords: Gas exchanges. Hydric availability. Residue of carnaúba. *Solanum lycopersicum* var cerasiforme L.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Características fisiológicas do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com cobertura (Bagana de carnaúba - BC) e sem cobertura (SC), aos 60 dias após o transplântio (DAT), sendo ambos submetidos a diferentes níveis de irrigação. Pentecoste – CE, 2017.....42
- Figura 2- Produtividade do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com cobertura (Bagana de carnaúba - BC) e sem cobertura (SC), aos 60 DAT, sendo ambos submetidos a diferentes níveis de irrigação. Pentecoste – CE, 2017.....46
- Figura 3- Eficiência do uso da água do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com cobertura (Bagana de carnaúba - BC) e sem cobertura (SC), aos 60 dias após o transplântio (DAT), sendo ambos submetidos a diferentes níveis de irrigação. Pentecoste – CE, 2017.....48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da qualidade da água utilizada para irrigação.....	26
Tabela 2 - Características físicas e químicas do solo antes da implantação do experimento...27	
Tabela 3 - Características físicas e químicas do solo após adubação de plantio.	28
Tabela 4 - Coeficiente da cultura do tomateiro (Doorenbos; Kassan, 1994).	29
Tabela 5 - Temperatura máxima (T _{máx}) e mínima (T _{min}) em °C e umidade relativa do ar (UR) em %, no período compreendido entre os meses de setembro de 2016 a janeiro de 2017.	34
Tabela 6 - Análise de variância para o número de fruto totais (NFT), comerciais (NFC), não comerciais (NFNC), massa fresca total de frutos (MFT), comercial (MFC) e não comercial (MFNC) de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.	35
Tabela 7 - Desdobramento da interação entre as lâminas de irrigação e cobertura do solo para o número de fruto totais (NFT), comerciais (NFC) e não comerciais (NFNC) de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste - CE, 2017.	36
Tabela 8 - Desdobramento da interação entre as lâminas de irrigação e cobertura do solo para a massa fresca total de fruto (MFT), comercial (MFC), não comercial (MFFNC), de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.....	37
Tabela 9 - Análise de variância para diâmetro e comprimento dos frutos de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.....	38
Tabela 10 - Desdobramento da interação entre as lâminas de irrigação e cobertura do solo para o diâmetro (cm) e comprimento (cm) dos frutos de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.	39
Tabela 11 - Análise de variância para fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de gás carbônico (Ci), eficiência instantânea de carboxilação (Ci/A), razão entre as concentrações de gás carbônico interno e do ambiente (Ci/Ca), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) e temperatura foliar (Tf) de plantas de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.	40
Tabela 12 - Características fisiológicas do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com (Bagana de carnaúba - BC) e sem (SC) cobertura e submetido a diferentes níveis de irrigação aos 60 DAT. Pentecoste – CE, 2017	42
Tabela 13 - Análise de variância e Regressão para produtividade (kg/ha) e uso eficiente da água (kg/m ³) de plantas de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.....	45

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Tomaticultura	18
2.1.1	Origem	18
2.1.2	Morfologia	18
2.1.3	Importância econômica	19
2.1.4	Importância nutricional	19
2.1.5	Demanda hídrica do tomateiro	20
2.2	Irrigação	20
2.2.1	Irrigação por gotejamento	22
2.3	Eficiência no uso da água	23
2.4	Uso de cobertura do solo	23
2.5	Aspectos fisiológicos	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Área de estudo	26
3.2	Preparo da área	27
3.3	Delineamento experimental	28
3.4	Produção de mudas, transplante e manejo de irrigação	29
3.5	Avaliação dos parâmetros e estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Temperatura	34
4.2	Características morfológicas do tomate cereja	35
4.3	Características Fisiológicas	40
4.3	Produtividade e eficiência no uso da água	45
4.3.1	Produtividade	45
4.3.2	Eficiência no uso da água	47
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de hortaliças tem ganhado especial destaque na mídia, já que pesquisadores e cientistas de todo o mundo tem citado as espécies de plantas que compõem este grupo como um dos que mais pode contribuir para uma vida mais longa e saudável (TAGUCHI, 2016). Outro aspecto importante quanto à cultura são os dados estatísticos recentes que a tem destacado como uma das hortaliças mais comercializadas e consumidas no Brasil (CARVALHO, 2013).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) historicamente tem ocupado a segunda posição, dentre as hortaliças, no que se refere à importância econômica. Segundo dados do IBGE (2015), a área cultivada com esta cultura, no Brasil, foi de aproximadamente 63.626 ha, sendo a produção, naquele ano, de 4.187.729 t. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAOSTAT, 2016), nos últimos 20 anos, a produção de tomate aumentou mais de 100%. De forma geral, essa cultura apresenta elevada demanda de mercado e isso se deve, principalmente, às qualidades organolépticas e nutracêuticas de seus frutos, já que possui elevada concentração de licopeno (carotenoide de ação antioxidante que protege o organismo contra doenças como o câncer de intestino e de próstata) (SOARES JÚNIOR; FARIAS, 2012; ALVARENGA; COELHO, 2013).

Apesar dos aspectos positivos do uso de hortaliças na alimentação humana, no geral, esse grupo de culturas é muito exigente em água (FILGUEIRA, 2008). Para o tomateiro, por exemplo, a deficiência hídrica é um dos fatores que mais prejudica sua produção. Isso acontece porque a água é fundamental para a promoção do crescimento e desenvolvimento das plantas e, quando está ausente, o metabolismo fisiológico da planta é alterado causando abortamento de flores, com conseqüente queda de botões florais. O excesso de água também é prejudicial à cultura já que além de causar danos aos frutos como rachaduras (SANTANA *et al.*, 2009), também pode causar estresse anoxítico (falta de O₂ na raiz), apodrecimento das raízes (TAIZ & ZEIGER, 2013), maior infestação por doenças (AGRIOS, 2005) e lixiviação de nutrientes (LIMA *et al.*, 2012).

No mundo, o maior consumo de água ocorre na atividade agrícola (FAO, 2009; FERERES; SORIANO, 2007). Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, aproximadamente 10% da água empregada na agricultura, durante o ano, seria suficiente para suprir as necessidades hídricas de 6,3 bilhões de pessoas durante o mesmo período (FAO, 2009; FERERES; SORIANO, 2007).

De acordo com Fereres e Soriano (2007), em mais da metade dos cultivos agrícolas irrigados as técnicas de irrigação utilizadas são de baixa eficiência, o que gera gastos excessivos

com água e energia elétrica, ou seja, baixa eficiência produtiva, o que torna necessário aperfeiçoar a eficiência do uso da água na irrigação. Uma das alternativas existentes para se aumentar a eficiência do uso da água, na agricultura, é através da adoção de sistemas de irrigação que utilizem pouca água, mas que sejam capazes de colocar esta em contato com o sistema radicular das plantas (FERERES; SORIANO, 2007).

Além da utilização de métodos de irrigação mais localizados, como microaspersão e gotejamento, outra alternativa que vem sendo utilizada por alguns produtores de hortaliças é o uso da cobertura do solo. Esse método, além de possibilitar a preservação e melhoria da qualidade do solo, a longo prazo, também serve como uma barreira para evitar a evaporação da água presente neste, bem como reduz a velocidade do escoamento superficial e, por consequência, possibilita o aumento de infiltração da água no solo (MULUMBA; LAL, 2008). Além dos pontos positivos elencados, Plaza-Bonilla *et al.* (2015) também citam o aumento na eficiência do controle de plantas invasoras e maior estabilidade da temperatura do solo nas camadas superficiais como pontos positivos a serem destacados.

Apesar da problemática descrita, estudos sobre a necessidade hídrica para hortaliças cultivadas nas condições climáticas do semiárido são limitados. Tal afirmação torna este estudo fundamental, já que pode contribuir, não apenas para melhorar a eficiência de uso da água na agricultura nesta região, mas principalmente porque pode possibilitar o aumento da área cultivada sem, necessariamente, exigir maiores disponibilidades deste insumo.

Com base no exposto, a hipótese da pesquisa é que há uma lâmina de água que, combinada com a cobertura de solo, possibilita maior eficiência do uso de água, produtividade e qualidade de frutos em plantas de tomateiro cereja cultivadas em condições climáticas do semiárido nordestino.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos fisiológicos e produtivos da aplicação de diferentes lâminas de irrigação combinadas com cobertura de solo em cultivo orgânico de tomate cereja, bem como selecionar a melhor combinação desses fatores para a indicação da produção dessa cultura no município de Pentecoste-CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomaticultura

2.1.1 Origem

O tomateiro é uma cultura cosmopolita pertencente à família das Solanaceas. A cultura foi introduzida no Brasil pelos portugueses e, atualmente, é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo (AL-JUHAIMI *et al.*, 2013).

Seu centro de origem é considerado como sendo a região andina, no entanto, sua domesticação iniciou-se no México. Ainda hoje são encontradas diversas espécies na forma primitiva, inclusive do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), o qual possui o ancestral mais próximo dos genótipos que são cultivados atualmente (BERGOUIGNOUX, 2014; CLEMENTE; BOITEUX, 2012).

O tomate cereja é, provavelmente, o antecessor silvestre do tomate de mesa tradicional de frutos grandes e vermelhos (*S. lycopersicum*), que por seu aspecto carnoso e suculento acabou por ser domesticado (BLANCA *et al.*, 2015) e amplamente explorado comercialmente.

2.1.2 Morfologia

O tomateiro apresenta porte ereto e seu ciclo é considerado anual (FAOFAST, 2013). O porte da planta é do tipo arbustiva, porém pode se desenvolver de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. Suas raízes podem ultrapassar 1,5 m de comprimento, sendo que 70% do sistema radicular se localiza entre 0 e 20 cm do solo (ALVARENGA; COELHO, 2013). O fruto de tomate é do tipo baga, com diferentes tamanhos e formatos, sendo constituído por uma película, polpa, placenta e sementes. Internamente, é dividido em lóculos onde as sementes encontram-se imersas na mucilagem placentária e, dependendo da cultivar, os frutos podem ser biloculares, triloculares, tetraloculares ou pluriloculares (CLEMENTE; BOITEUX, 2012).

De forma geral, o tomateiro desenvolve-se bem em diversos locais, temperaturas, tipos de solos e métodos de cultivo. No entanto, temperaturas abaixo de 10° C, luminosidade inferior a 9 horas e solos de baixa drenagem, podem prejudicar o crescimento das plantas (ALVARENGA; COELHO, 2013).

O tomateiro pode ser separado em diversos grupos. Um deles é o ‘cereja’, que possui cultivares de crescimento determinado e indeterminado, sendo que seus frutos apresentam a característica de serem pequenos, com diâmetro médio que pode variar de 1 a 4 cm. Dentre os frutos de tomate, os produzidos por este grupo são os que, em condições normais, apresentam a menor massa, em média 25 g (AZEVEDO *et al.*, 2010).

2.1.3 Importância econômica

De forma geral, o tomateiro exerce papel fundamental na economia nacional já que está entre os principais produtos agrícolas procurados no mercado. Dentre as hortaliças comercializadas, o tomate ocupa a segunda posição no que se refere à importância econômica (IBGE, 2015). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015, o tomateiro foi cultivado em, aproximadamente, 63.626 ha, sendo a produção alcançada de 4.187.729 t de frutos. Dentre as diversas cultivares de tomateiros existentes, a demanda e a oferta pelo minitomate aumentaram nos últimos anos, pois, além de ser saboroso e atrativo, possui alto valor agregado (ABRAHÃO *et al.*, 2014).

Em 2013, no Nordeste brasileiro, o estado do Ceará, foi o segundo maior produtor de tomate de mesa, tendo alcançado uma produção de 128,50 mil toneladas, sendo o estado da Bahia o maior produtor da região com produção de 201,84 mil toneladas (IBGE, 2014). Tal produção deve-se principalmente ao pólo produtivo de Petrolina-PE, Juazeiro - BA.

2.1.4 Importância nutricional

Nos últimos anos, o aumento no consumo de tomate tem ocorrido devido às importantes descobertas de seus diferentes atributos fitoquímicos que, em geral, apresentam elevada capacidade antioxidante. Além disso, importante destaque pode ser feito a presença de um pigmento carotenoide, o licopeno, responsável pela coloração vermelha dos frutos. Este carotenoide é um antioxidante que pode proteger as células das agressões provocadas por radicais livres, prevenindo assim, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, como o colorretal e da próstata (CERQUEIRA *et al.*, 2015).

Segundo Soares Júnior e Farias (2012), no tomate também podem ser encontradas a vitamina C, ácido fólico, potássio e magnésio, essenciais para o bom funcionamento do organismo humano.

2.1.5 Demanda hídrica do tomateiro

A obtenção de elevada produção e retorno econômico com o tomateiro, só pode ocorrer se houver um manejo adequado de sua nutrição, adequado provimento de água, uso de cultivares melhoradas e uso de plantas com boa sanidade (SILVA *et al.*, 2013). De todos os fatores citados, a água é um dos principais, já que exerce elevada influência no crescimento, desenvolvimento e produção do tomateiro (BRITO JUNIOR *et al.*, 2012; ALVARENGA; COELHO, 2013).

Durante seu ciclo de vida, as plantas de tomate necessitam de elevada frequência hídrica, o que impossibilita seu cultivo em áreas em que haja escassez desse insumo, pelo menos parte do ano, como acontece no semiárido nordestino.

De forma geral, as necessidades por água, do tomateiro, variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta e o local de cultivo. De acordo com Filgueira (2008), durante a floração e o crescimento dos frutos, ocorre à demanda hídrica máxima requerida pelo tomateiro. No entanto, uma irrigação excessiva também pode ser prejudicial à espécie já que pode promover elevada queda de flores com conseqüente redução no estabelecimento de frutos, atraso na maturação, excessivo crescimento vegetativo e maior ocorrência de doenças (ALVARENGA; COELHO, 2013; BRITO *et al.*, 2012)

A quantidade de água necessária para o tomateiro é determinada de acordo com a evapotranspiração diária da cultura. Segundo Pereira *et al.* (1997), esta variação pode ocorrer em função de diferentes condições de disponibilidade hídrica, da demanda atmosférica, do índice de área foliar (IAF), da cobertura vegetal e/ou da fase de desenvolvimento da cultura.

Alguns pesquisadores trabalhando com irrigação em tomateiro observaram que o efeito de frequências de irrigação na cultura, favorece seu desenvolvimento vegetativo e produtivo (PIRES *et al.*, 2009).

Além disso, o uso de diferentes lâminas de irrigação, com destaque a aplicação de 120% da evapotranspiração possibilitou a obtenção de plantas de tomate com maior crescimento e frutos com tamanhos maiores em cultivo protegido (SOARES *et al.*, 2011).

2.2 Irrigação

A irrigação pode ser considerada uma das práticas agrícolas de grande importância para a produção de alimentos no mundo, especialmente em regiões onde há distribuição espacial irregular de chuvas. De forma geral, informações sobre os fatores climáticos, edáficos e das

espécies a serem cultivadas são necessárias no manejo desta prática agrícola para a produção de hortaliças (COSTA, 2014).

A irrigação na agricultura é uma prática que pode aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto final, contudo, sua utilização demanda o conhecimento de fatores que são determinantes para o manejo da irrigação, o que pode interferir diretamente na quantidade de água utilizada, no seu armazenamento no solo, na necessidade hídrica das culturas (SILVA *et al.*, 2010), bem como em aspectos fisiológicos, como fotossíntese, área foliar e condutância estomática (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A programação da irrigação é muito importante no que se refere à economia de água no solo. Determinar as necessidades hídricas das culturas é uma das principais premissas para se realizar um manejo adequado da irrigação. No geral, dois sistemas são utilizados para se determinar a necessidade de irrigação das culturas, o Penman-Monteith e o tanque de evaporação aberto ou classe A (ZHANG *et al.*, 2011), sendo o último preferido na maioria das vezes para o manejo da irrigação porque as medições de dados são fáceis e os equipamentos necessários não são caros (COSTA, 2014).

A técnica de irrigação baseada em dados climáticos coletados em tanque classe A ou tanque aberto visa determinar a evapotranspiração da cultura (ETc), sendo esta determinada pela água perdida para atmosfera através da evaporação do solo e da transpiração das plantas. A ETc pode ser definida por lisímetros e evaporímetros, esses métodos são denominados de diretos e indiretos, respectivamente (DOORENBOS; PRUIT, 1977). A necessidade de irrigação precisa ser igual à evapotranspiração da cultura (ETc). Com isso a (ETc) deve relacionar-se com o valor da evapotranspiração de referência (ETo) representado na fórmula: $ETc = kc.ETo$, onde o kc é o coeficiente da cultura, sendo dependente de fatores como a frequência de irrigação e da duração da fase de crescimento da cultura, bem como de outros fatores também importantes na sua determinação, como o clima, o tipo de cultivo e a duração do ciclo da cultura (DOORENBOS; PRUITT, 1997).

Vários componentes são importantes no manejo da irrigação, dentre eles a evapotranspiração de referência (ETo) é um dos principais componentes do balanço de água, sendo de grande utilidade na climatologia, na quantificação das disponibilidades hídricas de regiões, como também no manejo da água em sistemas de irrigação (SOUZA *et al.*, 2011). A ETo é, portanto, importante para o dimensionamento de sistemas e manejo da água de irrigação, o que requer a adoção de estudos, avaliações e ajustes para sua correta utilização (SOUZA *et al.*, 2014).

Nos últimos anos a suplementação da água, via sistemas de irrigação, tem assumido grande importância na agricultura, principalmente para região Nordeste do Brasil, onde o regime pluviométrico é concentrado em poucos meses do ano ficando os cultivos sujeitos a déficit hídrico (LUZ *et al.*, 2010).

2.2.1 Irrigação por Gotejamento

Dentre os sistemas de irrigação existentes, o por gotejamento tem sido citado como o mais eficiente para reposição de água ao solo (MAROUELLI *et al.*, 2008; ALMEIDA, 2012). Neste sistema a água é colocada em pequenas quantidades e com maior frequência (ABDELRAOUF *et al.*, 2012). No geral, a aplicação é feita na região radicular que é mantida próxima à capacidade de campo (MAROUELLI *et al.*, 2008; ALMEIDA, 2012). Pesquisadores citam o maior aproveitamento da água e de fertilizantes aplicados via irrigação como algumas das principais vantagens deste sistema (ESTEVES *et al.*, 2012).

Se comparada à irrigação por aspersão, na qual a água é espalhada por toda a área de cultivo, o uso de gotejadores é mais eficiente, pois produz um bulbo molhado e uma área molhada, em formato circular, na superfície. Como não é toda a área que é molhada, há uma redução da evaporação direta da água o que promove uma economia deste insumo (COSTA, 2014).

Avaliar o bulbo molhado, em função da vazão do gotejador com o tempo de funcionamento do sistema e o tipo de solo, faz-se necessário para o planejamento e execução, mais eficiente, do manejo desse tipo de irrigação. Além disso, o conhecimento do tamanho do sistema radicular da cultura contribui para que se possa alcançar uma maior precisão da lâmina de água necessária para o cultivo. Tal planejamento diminui a perda de água e nutrientes por percolação, de água por evaporação e de nutrientes por lixiviação (MAIA, 2010).

No Nordeste, a água é um recurso limitante e as chuvas, na maior parte dos estados são irregulares, tal condição ocasiona o não atendimento natural das necessidades hídricas das culturas durante todo o ano, o que pode comprometer o desenvolvimento e crescimento das plantas (FAGAN *et al.*, 2009) caso não haja um suprimento do recurso hídrico necessário.

Diante deste contexto, o emprego da irrigação em regiões no semiárido é necessário, pois, permite conservar o estado hídrico do solo que está sendo cultivado, o que garante o desenvolvimento, a produção e o rendimento econômico das culturas. Além disso, o uso da irrigação localizada permite empregar menores quantidades de água e adubo, o que de certa forma possibilita maior eficiência na aplicação de ambos, além disso, requer menor custo de

energia e apresenta potencial para minimizar os impactos negativos de outros sistemas de irrigação (OZBAHCE; TARI, 2010).

Confirmando tais colocações, Koetz *et al.* (2010), ao trabalharem com tomate industrial utilizando a irrigação por gotejamento, observaram aumentos nas características físico-químicas dos frutos, como por exemplo, diâmetro e massa dos frutos.

2.3 Eficiência no Uso da Água

A eficiência no uso da água (EUA) é determinada pela produção de biomassa dividida pela quantidade de água aplicada às plantas (TOPAK *et al.*, 2010). No entanto, diversos aspectos podem ser relacionados diretamente com a EUA como a eficiência de aplicação de água em irrigação; a eficiência de irrigação total e na parcela; a demanda de água média por hectare; a produção vegetal e a receita com a produção vegetal (VALNIR JÚNIOR *et al.*, 2010).

A quantidade de água a ser aplicada para uma determinada cultura está relacionada com a aptidão do solo e da vegetação em transferir água para a atmosfera. A forma básica e mais aplicada para se determinar este volume é analisando os processos de transpiração da cultura e evaporação da água do solo (SILVA; RAO, 2006). Segundo Chaves *et al.* (2005) é necessário que se tenham dados precisos da evapotranspiração de referência (ET_o), da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente da cultura (K_c) para a determinação do volume correto. Deve-se lembrar de que o K_c depende do tipo de cultura e do estágio de desenvolvimento de cada uma delas.

Segundo Topak *et al.* (2011), apesar da irrigação localizada ter sido projetada para funcionar com alta frequência de aplicação de água, deixando-se o solo próximo às raízes com umidade próxima a capacidade de campo, estudos devem ser conduzidos com o objetivo de se elevar a produtividade de cada cultura com a máxima eficiência de uso da água.

2.4 Uso de Cobertura do Solo

O armazenamento de água no solo depende principalmente do tamanho das partículas do solo, de sua estrutura, do tipo e do teor de matéria orgânica existente em sua composição. Na parte superficial do solo, a dinâmica da água e a variação da armazenagem são mais acentuadas. Isso acontece devido à evaporação que ocorre na superfície do solo, bem como por conta da atividade das raízes das plantas que se encontram no local (GONZÁLEZ; ALVES,

2005). No entanto, toda essa dinâmica de perda de água do solo pode ser alterada pela simples utilização de materiais que cubram sua superfície.

O uso de cobertura do solo ocorre desde a antiguidade. Segundo pesquisadores, tal prática se iniciou com o objetivo de encontrar sistemas de manejo que possibilitassem a diminuição do impacto do cultivo vegetal excessivo sobre o meio ambiente (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Com o tempo, observou-se que o uso da cobertura do solo não apenas resolveu o problema do impacto gerado, como também apresentou inúmeras outras vantagens aos sistemas produtivos tradicionais, como a proteção do solo contra a erosão hídrica e eólica, o aumento da fertilidade do solo, a ciclagem de nutrientes, o aumento da matéria orgânica e da retenção de água, o controle de plantas espontâneas e das alterações térmicas das camadas superficiais do solo (PLAZA-BONILLA *et al.*, 2015; AMOSSÉA *et al.*, 2013; ESPINOZA *et al.* 2012; TEODORO *et al.*, 2011).

O uso de cobertura do solo também pode ser considerado uma medida que pode reduzir os impactos ambientais e aumentar a economia e melhorar a eficiência da adubação, já que parte dos nutrientes requeridos pela planta, podem ser supridos pelos nutrientes liberados na cobertura do solo (TEIXEIRA, 2010).

Segundo Mota (2010), a cobertura do solo, seja ela natural ou sintética, tem se mostrado fundamental para a região semiárida. Segundo o pesquisador, tal prática apresenta duas importantes vantagens como: 1) Redução nos custos de produção devido à diminuição da necessidade de mão de obra para o controle de plantas invasoras e 2) Redução na quantidade de água aplicada à cultura cultivada. Stone *et al.* (2006) cita ainda que a cobertura do solo, seja ela sintética ou não, altera a relação solo-água-plantas, diminuindo a taxa de evapotranspiração, principalmente na fase vegetativa, ou seja, quando a copa das plantas ainda não sombrearam o solo por completo.

2.5 Aspectos fisiológicos

O desenvolvimento das plantas depende da obtenção de energia que é adquirida a partir da radiação solar, por meio da interceptação e da fotossíntese da água. Essa energia é utilizada no processo da fotossíntese, quando fotoassimilados são produzidos e acumulados nas plantas em um processo chamado de acúmulo de biomassa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Esse processo fisiológico pode ser afetado por diversos fatores como luz, temperatura, fertilidade do solo e sua umidade, bem como pelo manejo adotado para a

produção, sendo, deste modo, indispensáveis no processo de crescimento e desenvolvimento das plantas (VIEIRA: MOCHEL FILHO, 2010).

De todos os fatores citados a água é fundamental já que interfere decisivamente em todos os processos vitais relacionados à planta. Sem água, não há germinação de sementes, transporte de solutos, divisão, crescimento e alongamento celular, ou seja, não há vida (TAIZ; ZEIGER, 2013). Para o tomateiro, Loos *et al.* (2009) citam ainda que a falta ou limitação de água também prejudicam a qualidade dos frutos, já que ocasiona a diminuição de sua turgidez e compromete o processo de expansão celular (LOOS *et al.*, 2009).

Desta forma, para que haja o máximo de eficiência no fornecimento e uso da água pelas plantas, faz-se necessária a quantificação da necessidade hídrica que as plantas apresentam de acordo com as condições edafoclimáticas de cultivo. Para tal determinação, faz-se necessária a avaliação das trocas gasosas realizadas nas folhas dos vegetais, sendo nesta oportunidade determinados vários fatores fisiológicos que indicarão se a planta está ou não passando por uma condição de estresse hídrico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O experimento foi realizado em campo no período de junho de 2016 a janeiro de 2017. A área experimental está localizada no Vale do Curu, município de Pentecoste, estado do Ceará. A temperatura média diária do local no período do experimento foi de 38,6 e 23,5 °C para máxima e mínima, respectivamente. E a umidade média relativa do ar 58,5 % e evaporação média diária de referência foi 6,21 mm.

O local possui altitude de 45 m e coordenadas geográficas de 39°16'13" de longitude Oeste e 03°44'17,3" de latitude Sul. A precipitação média anual é de 797,0 mm sendo as chuvas consideradas de distribuição irregular. O clima segundo Köppen é BSw'h' clima quente e semiárido.

Para a realização do experimento foi utilizada água de poço raso de 10,0 m de profundidade e 5,0 m de diâmetro, localizado à margem esquerda do Rio Canindé. Na tabela 1 são apresentadas as características da qualidade da água usada para a irrigação.

Tabela 1 - Características da qualidade da água utilizada para irrigação.

Características da qualidade da água	Valor	Unidade
pH	6,90	
K	0,10	mmol _c L ⁻¹
Ca ²⁺	4,80	mmol _c L ⁻¹
Mg ²⁺	5,80	mmol _c L ⁻¹
Na ⁺	4,00	mmol _c L ⁻¹
Cl	10,20	mmol _c L ⁻¹
HCO ³⁻	4,60	mmol _c L ⁻¹
CE	1,46	dS m ⁻¹
Sólidos solúveis	1.460	mg L ⁻¹
RAS	1,23	
Classificação	C ₃ S ₁	

Fonte: Laboratório de Análise de Água, Fuceme – UFC. 2016.

Com base nos resultados obtidos para a análise de água pode-se verificar que a condutividade elétrica apresentou valor de salinidade aceitável, em termos de tolerância, para a cultura do tomateiro, já que segundo Alian *et al.* (2000), a salinidade máxima do extrato de saturação do solo, tolerada pela cultura, é de 2,5 dS m⁻¹, sendo, portanto, a cultura classificada como moderadamente sensível (MAAS; HOFFMAN, 1977). Quanto aos valores de PST e pH do solo foram considerados normais segundo Cordeiro (2011).

3.2 Preparo da área

O preparo da área consistiu na limpeza do terreno e revolvimento do solo até a profundidade de 30 cm com posterior incorporação de 2,5 kg de composto orgânico por metro linear de sulco de cultivo.

O solo predominante no local apresentava textura franco-arenosa. Na tabela 2 são apresentadas as características físicas e químicas do solo após análise em laboratório especializado.

Tabela 2 - Características físicas e químicas do solo antes da implantação do experimento.

Características químicas	Valor	Unidade
pH	5,90	-
P	6,00	mg kg ⁻¹
K ⁺	0,29	cmol _c kg ⁻¹
Ca ²⁺	3,00	cmol _c kg ⁻¹
Mg ²⁺	1,50	cmol _c kg ⁻¹
Al ³⁺	0,15	cmol _c kg ⁻¹
Na ⁺	0,05	cmol _c kg ⁻¹
H+Al ³⁺	2,48	cmol _c kg ⁻¹
SB	4,80	cmol _c kg ⁻¹
Fe	18,80	mg kg ⁻¹
Cu	0,80	mg kg ⁻¹
Zn	0,40	mg kg ⁻¹
Mn	30,80	mg kg ⁻¹
C	5,58	g kg ⁻¹
N	0,52	g kg ⁻¹
C/N	11	-
MO	9,62	g kg ⁻¹
CTC (T)	7,30	g kg ⁻¹
V	66	%
m	3	%
CE	0,16	dS m ⁻¹
Características Físicas	Valor	Unidade
Argila	79	g kg ⁻¹
Argila Natural	59	g kg ⁻¹
Areia Grossa	551	g kg ⁻¹
Areia Fina	229	g kg ⁻¹
Silte	141	g kg ⁻¹
Densidade (global)	1,49	g cm ⁻³
Densidade (partícula)	2,77	g cm ⁻³
Umidade 0,033MPa	9,04	g 100g ⁻¹
Umidade 1,5 MPa	4,94	g 100g ⁻¹
Textura	Franco Arenosa	

Fonte: Laboratório de Análise de Solos, Fuceme – UFC. 2016.

De acordo com a classificação de teores de nutrientes no solo, para o tomateiro, o teor de fósforo foi classificado como muito baixo e o potássio como de média disponibilidade. Já o zinco foi classificado como muito baixo e o manganês como muito alto e os demais foram considerados dentro da faixa ideal (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições por tratamento, arranjados em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas lâminas de irrigação com 50%; 75%; 100%; 125% e 150% da evapotranspiração da cultura (ET_c), as quais foram estimadas de acordo com a evaporação de um tanque Classe A. Já as subparcelas foram constituídas pela bagana de carnaúba e o solo sem cobertura, sendo as análises física e química do solo realizadas aos 60 dias após o transplante, apresentada na tabela 3.

Tabela 3 - Características físicas e químicas do solo após adubação de plantio.

Características Químicas	Unidade	Valor
pH	H ₂ O	6,80
P	mg dm ⁻³	101,20
K	mg dm ⁻³	500,00
Ca ²⁺	cmol _c kg ⁻¹	4,70
Mg ²⁺	cmol _c kg ⁻¹	2,95
Al ³⁺	cmol _c kg ⁻¹	0,00
H+ Al ³⁺	cmol _c kg ⁻¹	0,95
SB	cmol _c kg ⁻¹	8,95
Fe	mg dm ⁻³	20,35
Cu	mg dm ⁻³	1,50
Zn	mg dm ⁻³	5,30
Mn	mg dm ⁻³	108,60
B	mg dm ⁻³	0,95
MO	g kg ⁻¹	32,00
P-rem	mg L ⁻¹	54,60
CTC (t)	cmol _c kg ⁻¹	8,95
CTC (T)	cmol _c kg ⁻¹	9,90
V	%	90,00
Argila	%	9,50
Silte	%	14,00
Areia	%	76,50
Classificação Textural	Franco-arenosa	

Fonte: Laboratório de Análise de Solos, Viçosa. 2016.

Cada parcela teve uma área total de 28 m², já as subparcelas foram de 7 m² cada, sendo estas constituídas por 12 plantas. Foram avaliadas as três plantas centrais de cada subparcela. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas de cultivo.

3.4 Produção de mudas, transplântio e manejo de irrigação

As mudas do tomateiro cereja foram produzidas em bandejas de polietileno de 162 células, com volume de 31 cm³ por célula, preenchidas com substrato contendo 90% de húmus de minhoca e 10% de vermiculita. Após a semeadura, as bandejas foram alocadas em abrigo coberto com sombrite 50% onde permaneceram até os 25 dias após a semeadura (DAS) ou até apresentarem de 3 a 4 folhas definitivas. Após esse período foram transplantadas para o campo.

A ETo foi medida pela evaporação do tanque Classe A (Eca) multiplicado pelo coeficiente do tanque (kt) (Equação 1). A evapotranspiração da cultura equivale a evapotranspiração de referência (ETo) multiplicado pelo coeficiente da cultura do tomate em cada estágio de desenvolvimento (kc) (Tabela 4) conforme a equação 2. Tais medidas foram obtidas diariamente, sendo o cálculo do requerimento de água da cultura realizado de acordo com a leitura do dia anterior da evaporação do tanque Classe A, localizado a cinco metros da área experimental.

Tabela 4 - Coeficiente da cultura (kc) do tomateiro (Doorenbos; Kassan, 1994).

Estágios	Duração (DAT*)	Kc
Inicial	1 a 10	0,4 - 0,5
Vegetativa	11 a 30	0,7 - 0,8
Floração	31 a 60	1,05 - 1,25
Frutificação	61 a 90	0,8 - 0,9
Maturação	90 a final	0,6 - 0,65

*Dias após transplântio das mudas

$$E_{To} = E_{CA} \times K_t \quad (1)$$

em que:

Eca = Evaporação do tanque Classe A em mm;

Kt = Coeficiente do Tanque.

$$E_{Tc} = E_{To} \cdot k_c \quad (2)$$

em que:

ET_o = Evapotranspiração de referência em mm dia^{-1} ;

k_c = Coeficiente da Cultura.

A aplicação da irrigação necessária para a reposição do volume total de água perdida por evapotranspiração (ET_c) foi aplicada de forma parcelada, ou seja, duas vezes ao dia. Por se tratar de um sistema de irrigação localizado, a ET_c foi corrigida em relação a porcentagem de área molhada (PAM) ou sombreada (PAS), sendo utilizado o valor maior, resultando na evapotranspiração da cultura localizada ($ET_{c_{loc}}$) (BERNARDO *et al.*, 1998). Para o cálculo da porcentagem de área molhada e sombreada foram utilizadas as equações 3 e 4, respectivamente.

$$PAM = NEP \cdot \frac{Se \cdot W}{(Sp \cdot Sf)} \cdot 100 \quad (3)$$

em que:

PAM – porcentagem da área molhada, em (%);

Se – espaçamento entre emissores, em m;

Sp – espaçamento entre plantas, em m;

Sf – espaçamento entre fileiras, em m;

W – diâmetro máximo do bulbo molhado por emissor (m^2); e

NEP – número de emissores por planta.

$$PAS = \frac{AS}{AT} \quad (4)$$

em que:

PAS – porcentagem da área sombreada, em (%);

AS – área sombreada pela planta, em m^2 ;

AT – área total da planta, em m^2 ;

A evapotranspiração da cultura para irrigação localizada, foi obtida pela Equação 5 (BERNARDO *et al.*, 2006).

em que:

ETc – evapotranspiração potencial da cultura, em mm dia⁻¹;

$$ET_{cloc} = ETc \cdot 0,1 \cdot \sqrt{PW} \quad (5)$$

em que:

ET_{cloc} = Evapotranspiração da cultura localiza mm dia⁻¹;

PW = Porcentagem de área molhada ou sombreada em (%).

O tempo de irrigação foi calculado em função da ET_{cloc}, da vazão do gotejador e da área molhada (Equação 6).

$$Ti = \frac{ET_{cloc} \cdot Se \cdot Sf \cdot FL \cdot 60}{NEP \cdot Ea \cdot qa} \quad (6)$$

em que:

Ti – tempo de irrigação, em minutos;

FL – porcentagem da lâmina definida pelo tratamento, adimensional;

Ea – eficiência de aplicação, adimensional;

Se – espaçamento entre emissores, em metros;

Sf – espaçamento entre linha, em metros;

qa – vazão média de cada gotejador, L h⁻¹.

Durante os 11 primeiros dias após o transplântio todos os tratamentos receberam a lâmina de irrigação requerida pela cultura, de modo a garantir o desenvolvimento uniforme das plantas até o pegamento. A diferenciação do manejo de irrigação iniciou-se ao décimo segundo dia após o transplântio.

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento com emissores autocompensantes do tipo botão, modelo katif, instalados em tubos de polietileno de 16 mm, espaçados em 0,50 m, com vazão de 3,8 L h⁻¹ e pressão de serviço de 20 mca. A irrigação foi controlada por meio de registros, um em cada parcela.

A manutenção do sistema de irrigação foi realizada a partir da lavagem do filtro dos discos e das mangueiras (linhas laterais), sendo para isto abertas as extremidades finais de cada linha.

O espaçamento utilizado foi 0,5 entre plantas e 1,0 m entre linhas de cultivo. A planta foi conduzida com duas hastes com oito cachos cada. O tutoramento foi feito aos 15 dias após o transplante em sistema vertical utilizando fitilho de polietileno.

3.5 Avaliação dos parâmetros e análise estatística

Aos 90 dias após a semeadura (DAS) foram avaliados parâmetros fisiológicos das plantas em estudo, com auxílio do analisador de gás por infravermelho (IRGA), modelo LI6400XT (LI-COR). Para isso foi utilizado o terceiro par de folhas definitivas totalmente desenvolvidas.

As seguintes características fisiológicas foram avaliadas: a) Concentração interna de gás carbônico (C_i -ppm); b) Taxa de transpiração foliar (E -mmol m⁻² s⁻¹); c) Condutância estomática (gs-mol m⁻² s⁻¹); d) Taxa fotossintética líquida (A -mmol m⁻² s⁻¹); e) Razão entre as concentrações de gás carbônico interno e do ambiente (C_i/C_a); f) Eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i); g) Eficiência instantânea no Uso da Água (A/E) e h) Temperatura da folha (°C).

A colheita dos frutos foi realizada quando os mesmos apresentaram coloração ‘verde cana’ e, a partir de então, as coletas dos seguintes dados foram realizadas: 1) Massa de frutos comerciais por planta (g planta⁻¹); 2) Massa de frutos não comerciais por planta (g planta⁻¹); 3) Massa de frutos totais por planta (g planta⁻¹); 4) Número de frutos comerciais por planta; 5) Número de frutos não comerciais por planta; 6) Número de frutos totais por planta; 6) Comprimento do fruto (CF, cm); 7) Diâmetro do fruto (DF, cm); e 8) Produtividade (PROD, t ha⁻¹).

A eficiência no uso da água foi determinada pela relação entre os valores de biomassa total dos frutos sobre a quantidade de água (mm) aplicada em cada tratamento durante o cultivo, conforme a equação 7:

$$EUA = \frac{Y}{W} \quad (7)$$

em que:

EUA = Eficiência no uso da água, kg ha⁻¹ mm⁻¹;

Y = Rendimento da cultura, kg ha⁻¹;

W = Lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, mm.

A partir da obtenção dos resultados foi realizada a análise estatística utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2010). Foi aplicado o teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância para o agrupamento dos tratamentos que apresentaram os melhores resultados. Quando os parâmetros foram significativos pelo teste F foi realizada a análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 11 dias antes do início da diferenciação dos níveis de irrigação, aplicou-se um total de 12,05 L.planta⁻¹. Após, os volumes de água aplicados no tomateiro cereja ‘vermelho’ foram de 105,5; 158,25; 211,00; 263,75; 316,50 L planta⁻¹ ciclo⁻¹, o que correspondeu a 211; 316,5; 422,0; 527,5 e 633,0 mm ciclo⁻¹, para as taxas de reposição da ET_{cloc} de 50, 75, 100, 125 e 150%, respectivamente.

Monte *et al.* (2009), trabalhando com tomate híbrido ‘Débora’, utilizaram lâmina bruta de irrigação de 338,25 mm, tendo essa correspondido a uma aplicação de 100% da ET_c. Segundo os pesquisadores as temperaturas locais máxima, mínima e média foram de 37, 2 e 28,5° C, respectivamente. Macêdo e Alvarenga (2005), trabalhando com tomateiro ‘F1 Bônus’ observaram consumo hídrico de 478 mm com reposição hídrica de 100% da ET_c. Já Doorenbos e Kassan, (1994), identificaram a necessidade de reposição de 400 a 600 mm de água para o tomateiro a partir do momento de transplântio das mudas. As diferenças observadas entre os estudos realizados estão relacionadas, principalmente, às condições climáticas do local de cultivo das cultivares (SCHWARZ *et al.*, 2013), podendo também ter sido influenciada pela variedade e/ou cultivar utilizada para a realização das pesquisas (ALBUQUERQUE NETO *et al.*, 2012).

4.1 Temperatura

A Tabela 5 apresenta as médias das temperaturas máxima e mínima, da umidade relativa do ar nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e da velocidade do vento em Pentecoste/Ceará.

Tabela 5 - Temperatura máxima (T_{máx}) e mínima (T_{min}) em °C e umidade relativa do ar (UR) em %, no período compreendido entre os meses de setembro de 2016 a janeiro de 2017.

Estágios	Duração (DAT*)	T °C		Ur (%)
		máx	min	
Vegetativo	11 a 30	39,5	22,8	54
Floração	31 a 60	39,2	23,9	59
Frutificação	61 a 90	38,6	23,6	59
Maturação	90 ao final	37,1	23,8	62

*Dias após transplântio das mudas

Conforme Goto e Tivelli (1998), a temperatura ótima para o tomateiro varia de acordo com cada fase de seu desenvolvimento. Para a germinação da semente segundo esses

autores o ideal são temperaturas que variem de 26 a 32°C; para a emergência de 16 a 20°C; para o crescimento das mudas de 25 a 26°C; para o desenvolvimento vegetativo de 20 a 30°C; para a formação do pólen de 20 a 26°C; para o crescimento do tubo polínico 22 a 27°C; para a fixação do fruto de 18 a 20°C e para o amadurecimento do fruto de 24 a 28°C. Segundo Taiz e Zeiger (2013), a temperatura letal para o tomateiro é de 45°C. No entanto, mesmo a essa temperatura, a maioria das plantas com acesso abundante a água são capazes de manter a temperatura foliar abaixo desse limite, usando um mecanismo de defesa conhecido pelo nome de resfriamento evaporativo, mesmo em ambiente com temperaturas elevadas.

O tomateiro, normalmente, não produz bem em temperaturas muito elevadas, no entanto, tal característica irá depender da cultivar a ser explorada. Isso acontece porque a diferença genética existente entre as cultivares, apesar de ser relativamente pequena, pode conferir características de tolerância a algumas delas, o que pode favorecer a produção em condições de cultivo diferentes daquelas consideradas anteriormente ideais (BRANDÃO FILHO; CALLEGARI, 1999).

Segundo Castro, Kluge e Sestari (2008), quando o tomateiro é submetido a temperaturas acima de 35°C há uma diminuição da fecundação das flores com consequente, queda de flores e de frutos. Tais informações concordam com o que foi observado nesta pesquisa, já que foram observados intensos abortamentos florais e de frutos nas plantas conduzidas neste trabalho, independentemente do tratamento realizado.

4.2 Características morfológicas do tomate cereja

De acordo com os resultados obtidos pode-se verificar que houve diferença entre as lâminas de irrigação, os tipos de cobertura do solo, bem como a interação de ambos os fatores estudados para todas as características avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância para o número de fruto totais (NFT), comerciais (NFC), não comerciais (NFNC), massa fresca total de frutos (MFT), comercial (MFC) e não comercial (MFNC) de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

F.V	G.L	Quadrado médio					
		NFT	NFC	NFNC	MFT	MFC	MFNC
Bloco	2	3500,43 ^{ns}	3578,70 ^{ns}	2,63 ^{ns}	0,00049 ^{ns}	0,00014 ^{ns}	0,00001 ^{ns}
Lâmina (a)	4	30164,8 ^{**}	30602,2 [*]	473,78 [*]	0,05967 ^{**}	0,06248 ^{**}	0,00024 ^{**}
Resíduo (a)	8	3143,18	2651,70	116,14	0,00049	0,00036	0,00001
Cobertura (b)	1	24444,2 ^{**}	182520,0	4514,14 ^{**}	0,00166 [*]	0,00002 [*]	0,00045 ^{**}
a xb	4	71666,2 ^{**}	62656,4 ^{**}	1823,05 ^{**}	0,00077 [*]	0,00003 [*]	0,00023 ^{**}
Resíduo (b)	10	1317,90	1187,03	56,17	0,00096	0,00540	0,000009
CV% (a)		8,69	8,44	30,73	4,53	4,11	63,49

CV% (b)	5,63	5,65	21,37	6,32	4,98	57,56
---------	------	------	-------	------	------	-------

F.V. - Fontes de Variação; C.V.(a) - Coeficiente de Variação da parcela; C.V.(b) - Coeficiente de Variação da subparcela; G.L. - Graus de Liberdade; *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo;

Os diferentes níveis de água aplicados em solo coberto com bagana de carnaúba e em solo sem cobertura, cultivados com tomateiro cereja 'vermelho', proporcionaram variação nas características produtivas e de qualidade dos frutos colhidos (tabela 7).

Tabela 7 - Desdobramento da interação entre as lâminas de irrigação e cobertura do solo para o número de fruto totais (NFT), comerciais (NFC) e não comerciais (NFNC) de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

Número de frutos totais (frutos planta ⁻¹)		
Níveis de irrigação	Cobertura do solo	
	Bagana de carnaúba	Sem cobertura
50%	176,45bC	238,67aA
75%	287,89aA	222,33bB
100%	272,89aA	152,33bC
125%	252,44aB	150,33bC
150%	252,44aB	160,67bC
CV 1(%): 7,37		CV 2 (%): 5,58
Número de frutos comerciais (frutos planta ⁻¹)		
50%	166,44bB	232,00aA
75%	275,00aA	209,77bB
100%	262,00aA	150,55bC
125%	224,00aB	147,22bC
150%	219,11aB	147,00bC
CV 1 (%): 7,40		CV 2 (%): 5,77
Número de frutos não comerciais (frutos planta ⁻¹)		
50%	10,00aC	6,67aB
75%	12,88aC	12,77aA
100%	10,89aC	6,00bB
125%	28,44aB	3,11bC
150%	33,33aA	13,44bA
CV 1 (%): 33,88		CV 2 (%): 19,45

C.V. 1: Coeficiente de variação para parcelas (níveis de água); C.V. 2: Coeficiente de variação para as subparcelas (coberturas do solo);

Médias seguidas por letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

Os maiores números de frutos foram obtidos quando o solo estava coberto com bagana de carnaúba, sendo que as plantas submetidas a lâminas de 75 e 100% da ET_{Cloc} foram

as que produziram maiores números de frutos totais e comerciais, já as plantas submetidas a lâmina de 150% $ET_{C_{loc}}$, foram as que produziram o maior número de frutos não comerciais.

Essa maior quantidade de frutos não comercializáveis resultante da lâmina de 150% da $ET_{C_{loc}}$ pode estar relacionada ao excesso de água no solo, o que pode ter ocasionado o aparecimento de frutos rachados devido ao excesso de água direcionado aos frutos pela força da relação fonte-dreno estabelecida (TAIZ; ZEIGER, 2013), bem como pela baixa capacidade de elasticidade das paredes celulares das células que compõem a epiderme dos frutos.

Os resultados obtidos neste trabalho foram superiores aos obtidos por Silva *et al.* (2011), que avaliando 11 linhagens de tomateiro cereja em cultivo orgânico de produção, colheram, 148,92 frutos planta⁻¹, em média.

Já para os caracteres massa fresca total e comercial dos frutos de tomate, o solo com cobertura e submetido a níveis de irrigação entre 50 e 125% da $ET_{C_{loc}}$ comparado ao solo sem cobertura foi o que proporcionou melhores condições para obtenção de maiores massas de frutos. Os maiores valores obtidos para estes caracteres ocorreram em solo coberto e com aplicações de lâminas de irrigação de 100% da $ET_{C_{loc}}$ da cultura (Tabela 8).

Tabela 8 - Desdobramento da interação entre as lâminas de irrigação e cobertura do solo para a Massa fresca total de fruto (MFT), comercial (MFC), não comercial (MFFNC), de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

Massa fresca de frutos totais (kg planta ⁻¹)		
Níveis de irrigação	Cobertura do solo	
	Bagana de carnaúba	Sem cobertura
50%	0,340aD	0,207bC
75%	0,425aC	0,222bC
100%	0,609aA	0,379bB
125%	0,564aB	0,413bA
150%	0,419aC	0,378aB
CV 1(%): 8,23		CV 2 (%):7,56
Massa fresca de frutos comerciais (kg planta ⁻¹)		
50%	0,337aD	0,205bC
75%	0,422aC	0,221bC
100%	0,605aA	0,371bB
125%	0,557aB	0,410bA
150%	0,416aC	0,369bB
CV 1 (%): 8,90		CV 2 (%): 10,22
Massa fresca de frutos não comerciais (kg planta ⁻¹)		
50%	0,021aA	0,019bB
75%	0,026aA	0,011bB

100%	0,042aA	0,006bB
125%	0,035aA	0,008bB
150%	0,013bB	0,033aA
CV 1 (%):52,31		CV 2 (%): 34, 56

C. V. 1: Coeficiente de variação para parcelas (níveis de água); C. V. 2: Coeficiente de variação para as subparcelas (coberturas do solo);

Médias seguidas por letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

Quanto a massa fresca dos frutos não comerciais, o solo com cobertura submetido a níveis de irrigação entre 50 a 125% da ET_{Cloc} , foram os que ocasionaram sua maior produção. Para as plantas cultivadas em solo coberto e submetidas à lâmina de irrigação de 150% da ET_{Cloc} , o menor valor de massa fresca não comercial obtido pode estar relacionado ao fato da maioria dos frutos produzidos estarem rachados, o que possivelmente fez com que perdessem umidade para o ambiente culminando em menores valores de massa para esta condição de cultivo.

Apesar do número de frutos totais e comerciais na lâmina de 50% terem sido mais elevados para o solo sem cobertura, estes não apresentaram maiores valores de massa fresca total e comercial. Resultado similar foi observado por Abdel-Razzak *et al.* (2016) e Abdel-Razzak *et al.* (2013), onde o peso, tamanho e rendimento total de frutos de tomate cereja foram reduzidos com a diminuição da quantidade de água aplicada sob tratamento com estresse hídrico (50% da ET_c).

Essa menor produção, pode estar relacionada ao maior número de inflorescências visualizado nas plantas deste tratamento em comparação àquelas cultivadas nos demais tratamentos. O grande número de flores produzidas pode influenciar a produção de fotoassimilados (PICANÇO *et al.*, 1998) que pode se tornar insuficiente não atendendo, assim, à demanda das plantas nas fases de floração e frutificação causando seu abortamento.

Controlar o número de flores, frutos e hastes reduz competição por fotoassimilados para os órgãos dreno, principalmente fruto. Esta prática tende a levar a um tamanho de frutos maiores (BECKLES, 2012) devido principalmente à redução na competição dos drenos (flores e frutos) pelos fotoassimilados produzidos pelas fontes (folhas).

Para os caracteres diâmetro e comprimento dos frutos de tomate cereja, também foi observada diferença entre as plantas cultivadas sob manejo de diferentes lâminas de irrigação combinadas com ou sem a cobertura do solo, sendo a interação destes dois fatores também significativa (Tabela 9).

Tabela 9 - Análise de variância para diâmetro e comprimento dos frutos de tomateiro cereja

'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

F.V	G. L	Quadrado médio	
		Diâmetro	Comprimento
Bloco	2	0,70	1,16 ^{ns}
Lâmina (a)	4	22,05**	24,24**
Resíduo (a)	8	1,09	5,08
Cobertura (b)	1	24,67*	12,37**
Interação axb	4	19,88**	20,45**
Resíduo (b)	10	1,02	0,56
CV% (a)		6,64	4,93
CV% (b)		6,42	4,64

F.V. - Fontes de Variação; C.V.a - Coeficiente de Variação da parcela; C.V.b - Coeficiente de Variação da subparcela; G.L. - Graus de Liberdade; *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

Para o diâmetro, os valores médios variaram de 11,59 mm a 21,65 mm no solo com cobertura e sem cobertura entre os níveis de 50 e 150% da $ET_{c_{loc}}$ (Tabela 10).

Tabela 10 - Desdobramento da interação entre as lâminas de irrigação e cobertura do solo para o Diâmetro (cm) e Comprimento (cm) dos frutos de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

Níveis de irrigação	Diâmetro do fruto (mm)	
	Cobertura do solo	
	Bagana de carnaúba	Sem cobertura
50%	13,77aB	13,28aB
75%	16,79aB	13,83bB
100%	15,92aB	11,88bC
125%	15,97aB	11,59bC
150%	21,65aA	17,67bA
	CV 1(%): 5,37	CV 2 (%): 3,37
Níveis de irrigação	Comprimento do fruto (mm)	
	Cobertura do solo	
	Bagana de carnaúba	Sem cobertura
50%	13,93bC	16,77aB
75%	16,62aB	13,43bC
100%	15,93aB	10,95bD
125%	18,44aB	17,47bB
150%	20,77aA	18,88bA
	CV 1 (%): 6,26	CV 2 (%): 2,75

C. V. 1: Coeficiente de variação para parcelas (níveis de água); C. V. 2: Coeficiente de variação para as subparcelas (coberturas do solo); Médias seguidas por letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

De forma geral, os maiores valores de diâmetro e comprimento foram obtidos nas plantas cultivadas em solo com cobertura, com destaque sendo feito à lâmina de irrigação de 150% da ET_c , já que para esta combinação foram observados os maiores diâmetros dos frutos.

O comprimento e diâmetro dos frutos, de forma geral, são afetados pela pressão de turgescência (SILVA *et al.*, 2013), ou seja, pela pressão da água exercida nas membranas e paredes das células contidas no fruto. O estresse hídrico causado pela falta de água reduz o potencial de expansão da parede celular o que faz com que os frutos permaneçam menores quando comparados àqueles produzidos em condições de maior fornecimento de água. Taiz e Zeiger (2013) citam a redução na taxa de divisão e de alongamento celulares como recorrentes em plantas submetidas a ambientes sob estresse hídrico. Já Loos *et al.* (2009) citam a queda na qualidade dos frutos de tomateiro produzidos sob mesma condição.

De forma geral, tais colocações foram confirmadas neste trabalho, já que quando a disponibilidade hídrica foi de 50% para 150% da ET_{Cloc} , observou-se um acréscimo de 57,22 e de 49,10% no diâmetro e comprimento dos frutos, respectivamente. Tais resultados concordam com os obtidos por Abdel-Razzak *et al.* (2016). Segundo estes pesquisadores, à medida que o nível de água fornecido às plantas foi elevado, os frutos produzidos apresentaram aumento no peso médio e no tamanho.

4.3 Características Fisiológicas

Foram observadas diferenças entre as lâminas de irrigação e a cobertura ou não do solo, bem como suas interações para quase todas as características fisiológicas estudadas, à exceção da temperatura foliar (Tabela 11).

Tabela 4 - Análise de variância para fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de gás carbônico (Ci), eficiência instantânea de carboxilação (Ci/A), razão entre as concentrações de gás carbônico interno e do ambiente (Ci/Ca), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) e temperatura foliar (Tf) de plantas de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

F.V	G. L	Quadrado médio							
		A	gs	E	Ci	Ci/A	Ci/Ca	Eua	Tf
Bloco	2	0,11 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,007 ^{ns}	45,81 ^{ns}	0,000 ^{**}	0,176 ^{ns}	0,004 ^{ns}	6,33 ^{ns}
L	4	84,68 ^{**}	0,025 ^{**}	8,28 ^{**}	274,2 ^{**}	0,001 ^{**}	5,85 ^{**}	2,01 ^{**}	0,58 ^{ns}
Res (a)	8	0,88	0,000	0,096	26,39	0,00	0,216	0,03	4,40
C	1	362,0 ^{**}	0,306 ^{**}	13,62 ^{**}	9866,6 ^{**}	0,003 ^{**}	41,58 ^{**}	2,54 ^{**}	0,79 ^{ns}
L x C	4	121,1 ^{**}	0,004 ^{**}	3,66 ^{**}	2450,6 ^{**}	0,000 ^{**}	1,97 ^{**}	2,14 ^{**}	0,60 ^{ns}
Res (b)	10	0,30	0,000	0,124	21,98	0,000	0,131	0,01	0,74
CV% (a)		5,21	4,90	4,45	1,90	4,45	6,63	6,80	6,80
CV% (b)		3,07	5,16	5,05	1,73	7,71	5,18	4,60	2,50

F.V. - Fontes de Variação; L: Lâmina; C: Cobertura; C.V.a - Coeficiente de Variação da parcela; C.V.b - Coeficiente de Variação da subparcela; G.L. - Graus de Liberdade; *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

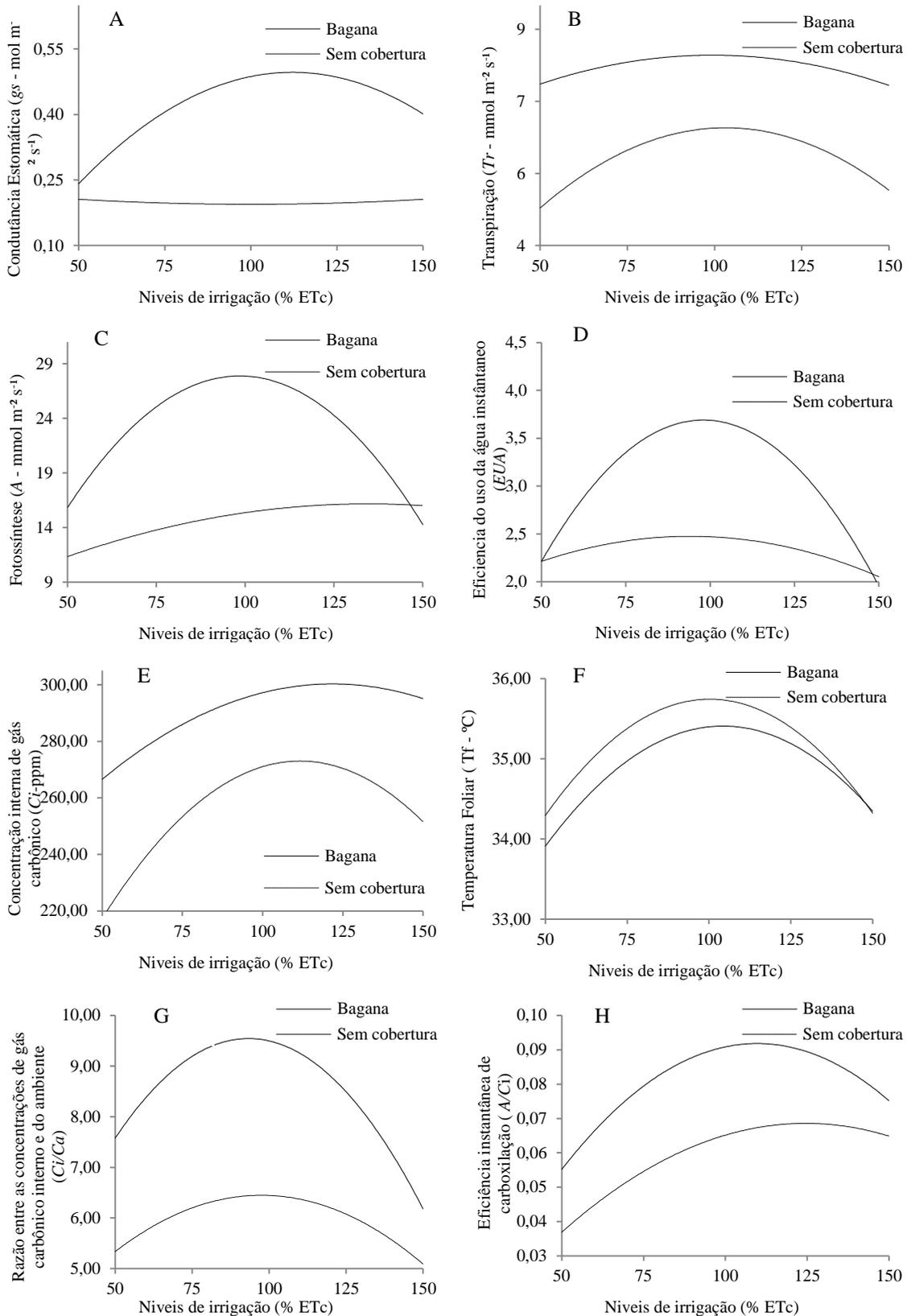
Para as características fisiológicas avaliadas aos 60 dias após o transplante, tanto as plantas cultivadas com cobertura do solo quanto às cultivadas sem cobertura apresentaram respostas distintas. De forma geral, os maiores valores foram quase sempre observados nas plantas cultivadas em solo coberto com Bagana de carnaúba, sendo observados ajustes quadráticos para todas as curvas geradas independentemente da utilização ou não de cobertura do solo (Tabela 12).

Tabela 5 - Características fisiológicas do tomateiro cereja ‘Vermelho’ cultivado em solo com (Bagana de carnaúba - BC) e sem (SC) cobertura e submetido a diferentes níveis de irrigação aos 60 DAT. Pentecoste – CE, 2017

R₁: Bagana de carnaúba; R₂: Sem cobertura

Fisiologia	Função de Produção		R ² ₁	R ² ₂
	Bagana de carnaúba	Sem cobertura		
<i>A</i>	$y = -0,0051x^2 + 1,009x - 21,792$	$y = -0,0007x^2 + 0,1815x + 3,962$	67,00	30,00
<i>gs</i>	$y = -7E-05x^2 + 0,0149x - 0,336$	$y = -3E-05x^2 + 0,0049x + 0,016$	47,25	53,28
<i>E</i>	$y = -0,0007x^2 + 0,1528x + 0,266$	$y = -0,0006x^2 + 0,1221x + 0,156$	46,99	71,61
<i>Ci</i>	$y = -0,0065x^2 + 1,5945x + 203,2$	$y = -0,0146x^2 + 3,2675x + 90,556$	97,00	66,58
<i>Ci/Ca</i>	$y = -0,001x^2 + 0,1956x + 0,414$	$y = -0,0005x^2 + 0,0961x + 1,764$	82,75	79,32
<i>Ci/A</i>	$y = -1E-05x^2 + 0,0023x - 0,032$	$y = -6E-06x^2 + 0,0014x - 0,02$	76,72	61,90
<i>EiUA</i>	$y = -0,0006x^2 + 0,1256x - 2,464$	$y = -7E-05x^2 + 0,0159x + 1,48$	66,18	44,38
<i>Tf</i>	$y = -0,0005x^2 + 0,0981x + 30,25$	$y = -0,0002x^2 + 0,0574x + 31,482$	55,47	47,35

Figura 1: Características fisiológicas do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com cobertura (Bagana de carnaúba - BC) e sem cobertura (SC), aos 60 dias após o transplante (DAT), sendo ambos submetidos a diferentes níveis de irrigação. Pentecoste – CE, 2017.



Fonte: Autora

Para a condutância estomática (g_s), o valor máximo observado foi de $0,46 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto no solo sem cobertura a condutância máxima foi $0,22 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Comparando-se a cobertura ou não do solo verifica-se na figura 1A que o uso da cobertura proporcionou condição para que as plantas de tomateiro cereja sempre apresentassem maiores valores do que aquelas cultivadas em solo sem cobertura.

Os resultados de condutância estomática observados refletem o efeito positivo da utilização da cobertura do solo com bagana de carnaúba se comparado ao solo sem cobertura. Isso porque, a utilização de cobertura favoreceu a conservação de umidade no solo ao longo do tempo, tornando a água disponível por mais tempo no solo para utilização pelas plantas. A água estando disponível por mais tempo para as plantas, favorece a manutenção de sua abertura estomática, o que influencia diretamente em sua condutância que passa a ser maior (TAIZ; ZEIGER, 2013). Tal colocação está de acordo com Lima *et al.* (2009), que citam a utilização de cobertura morta como um retardador da deficiência de água em relação ao cultivo do solo sem cobertura. Por outro lado, no caso do solo nu, a menor disponibilidade de água no solo faz com que as plantas regulem sua abertura estomática na intenção de reduzir suas perdas para a atmosfera, fazendo com que a condutância estomática seja reduzida (ZHOU; YU, 2010).

A água perdida para a atmosfera através da transpiração é um mecanismo necessário e inevitável, isso porque, para que ocorra a assimilação do gás carbônico atmosférico para realização da fotossíntese, a planta perde água por transpiração (XU *et al.*, 2013). Sob condições de estresse, especialmente hídrico, o fechamento estomático pode ser visto como uma resposta positiva da planta para a manutenção da turgescência (TAIZ; ZEIGER, 2013) e sobrevivência às condições ambientais em que as plantas são expostas.

Comportamento semelhante ao da condutância estomática foi observado para taxa transpiratória (FIGURA 1B) e fotossíntese (FIGURA 1C), o que confirma a suposição de que o solo coberto com a bagana foi mais eficiente na manutenção da umidade e de sua utilização mais eficiente ao longo do tempo, permitindo a manutenção de uma maior abertura dos estômatos por onde ocorre a perda de água (transpiração) e entrada de gás carbônico para a realização da fotossíntese. Segundo Manzoni *et al.* (2013), a transpiração depende da quantidade de água no solo, bem como da densidade da área da raiz e de sua profundidade.

De forma geral, os fatores fisiológicos são todos interligados e refletem de forma decisiva uns nos outros. Provavelmente a redução da condutividade hidráulica do solo, limitou a quantidade de água disponível para as plantas, o que reduziu a condutância estomática impactando assim na transpiração e na fotossíntese (MANZONI *et al.*, 2013). O monitoramento das trocas gasosas através do fechamento estomático é considerado um processo difícil, visto

que, as plantas passam por uma “escolha” entre a redução da assimilação de CO₂ pelo fechamento do estômato e a perda de água pela abertura, ambos prejudiciais para o desenvolvimento da planta, contudo a planta tende sempre a favorecer a taxa fotossintética (PIMENTEL, 1998; ANGELOCCI, 2002).

A eficiência no uso da água avaliada pela relação entre a fotossíntese líquida realizada pela planta e sua taxa de transpiração, relacionada com a unidade de água que a planta perde e à quantidade de carbono que a planta consegue fixar (TAIZ e ZEIGER, 2013) foi superior nas plantas cultivadas com cobertura do solo (FIGURA 1D), já que apresentaram-se mais eficientes quanto ao uso da água instantânea se comparado àquelas cultivadas em solo sem cobertura. Contudo, foi verificado um decréscimo quando aplicado lâminas de irrigação acima de 104,7% da ET_{C_{loc}} para as plantas de tomateiro cultivadas com cobertura do solo. Tal fato pode estar relacionado a um possível excesso de água no sistema radicular que poderia estar reduzindo a disponibilidade de O₂ necessário para a produção de energia, multiplicação celular, dentre outros processos fisiológicos recorrentes no sistema radicular. Essa redução na disponibilidade de oxigênio, induz ao fechamento estomático (MESQUITA *et al.*, 2013), aparentemente sem mudanças detectáveis no potencial hídrico da folha. A diminuição na disponibilidade de oxigênio para a raiz tem consequência similar ao déficit hídrico na planta, já que ambas podem estimular a produção de ácido abscísico (ABA) e o seu direcionamento para as folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Diferentemente do observado neste trabalho, Marouelli *et al.* (2003) e Sá *et al.* (2005) observaram aumento linear na eficiência do uso da água quando o tomateiro foi submetido a níveis crescentes de tensão de água no solo. No solo sem cobertura as plantas cultivadas, com disponibilidade hídrica de 113,6%, obtiveram maior eficiência máxima quanto ao uso da água instantânea, com valor da EiUA de 2,38, o que corresponde a 58,04% a menos do solo com cobertura.

Quanto à concentração interna de CO₂ na câmara subestomática, bem como a sua razão com a concentração na atmosfera e a eficiência instantânea de carboxilação, as plantas de tomateiro cereja cultivadas com cobertura do solo (FIGURA 1E, FIGURA 1G e FIGURA 1H, respectivamente), apresentaram comportamento similar e compatível com os demais caracteres fisiológicos já estudados, sendo diretamente relacionados à condutância estomática e a fotossíntese. Quanto maior foi a abertura estomática, maior tendeu a ser a entrada de CO₂ na câmara subestomática. Esse maior volume de CO₂ possibilitou a realização de maiores taxas de fotossíntese até certo limite, que no caso deste trabalho, pareceu ter ocorrido no momento em que houve excesso de irrigação, com ET_{C_{loc}} superiores a 100%. Esse possível efeito de

inundação pode ter provocado o fechamento dos estômatos e reduzido a realização da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013), o que pode ter mantido elevada a concentração deste gás na câmara subestomática já que sua assimilação ficou comprometida com a redução das taxas fotossintéticas.

Para a temperatura foliar (Figura 1F) não foi observada diferença entre as plantas cultivadas em solo coberto ou não com bagana de carnaúba independentemente da lâmina de ETc utilizada.

4.3 Produtividade e Eficiência no uso da água

Foram observadas diferenças de produtividade e eficiência no uso da água entre as plantas de tomateiro cereja cultivadas com e sem cobertura do solo combinados com diferentes lâminas de irrigação (Tabela 13).

Tabela 6 - Análise de variância e Regressão para produtividade e uso eficiente da água (kg m^{-3}) de plantas de tomateiro cereja 'vermelho'. Pentecoste – CE, 2017.

F.V	G. L	Quadrado médio	
		Produtividade	Uso Eficiente da água
Bloco	2	207094,37*	0,009*
A	4	22373228,12**	1,55**
Res (a)	8	42138,12	0,01
B	1	69274005,20**	5,60**
A x B	4	3091082,29**	0,365**
Res (b)	10	137909,37	0,008
CV% (a)		3,74	6,65
CV% (b)		3,44	4,37
Linear	1	39305273,43**	4,936**
Quadrática	1	35532262,57**	0,338**
Cúbica	1	9882041,66**	0,528**
Desvio	1	4773334,82**	0,432**
Erro	8	42138,12**	0,001

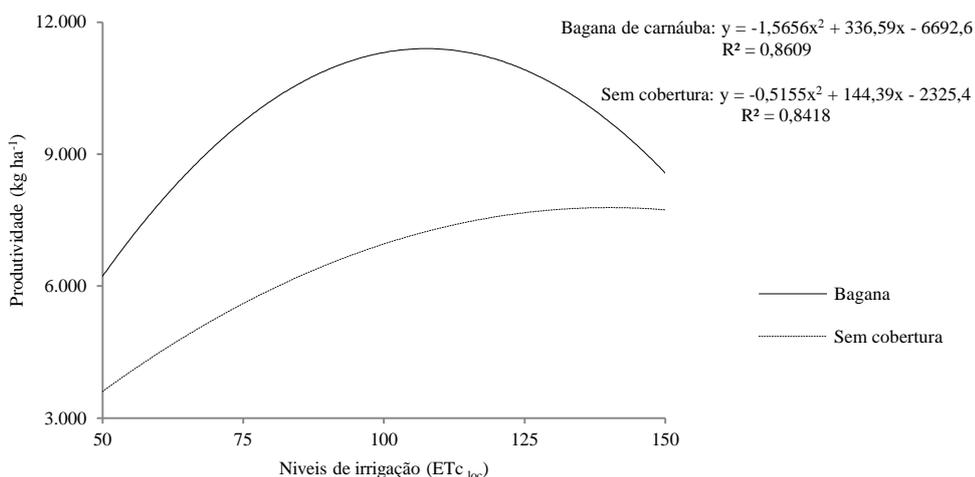
F.V. - Fontes de Variação; C.V.a - Coeficiente de Variação da parcela; C.V.b - Coeficiente de Variação da subparcela; G.L. - Graus de Liberdade; *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

4.3.1. Produtividade

Para a produtividade, observou-se diferença entre os tratamentos avaliados, sendo um importante destaque feito para as lâminas de irrigação combinadas com a cobertura do solo

com bagana de carnaúba, já que estas sempre apresentaram maiores produtividades quando comparadas aos tratamentos sem cobertura do solo, mas com mesma reposição hídrica (FIGURA 2).

Figura 2: Produtividade do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com cobertura (Bagana de carnaúba - BC) e sem cobertura (SC), aos 60 DAT, sendo ambos submetidos a diferentes níveis de irrigação. Pentecoste – CE, 2017.



Fonte: Autora

Produtividades diferentes foram obtidas por outros pesquisadores trabalhando com o tomateiro cereja. Preczenhaket *et al.* (2014) trabalhando com a ‘Sweet Grape’ obtiveram produção de 2,08 kg planta⁻¹, resultado superior ao observado nessa pesquisa. Já Menezes *et al.* (2012) observaram produção de 544,8 g planta⁻¹ do acesso CLN1561A e 452,35 g planta⁻¹ cv. ‘Carolina’, inferiores aos obtidos para as maiores produtividades observadas neste trabalho.

Por meio da derivação da equação que modelou os resultados desta variável, a taxa de reposição da ETc_{loc} que proporcionou a máxima produtividade (11.398,36 kg ha⁻¹) foi de 107,5%, ou seja, 226,85 L planta⁻¹ ciclo⁻¹. Quando o solo estava sem cobertura, à máxima produtividade foi 7784,6 kg ha⁻¹ adquirida com teor de água 296 L planta⁻¹ ciclo⁻¹, atingida com a lâmina máxima de 140% da ETc_{loc}.

A partir dos dados nota-se que é possível obter a mesma produtividade do solo sem cobertura (7778,86 kg ha⁻¹) utilizando bagana de carnaúba com a lâmina de 59,5% da ETc_{loc}, o que gera uma economia de 3400 m³ de água ciclo⁻¹ ha⁻¹.

Resposta diferente foi encontrado por Harmanto *et al.* (2004), quando a reposição de água com 75% da ETc, estimada pela equação de Penman–Monteith, foi a que possibilitou a obtenção do melhor resultado para o tomateiro cultivado em casa de vegetação.

Segundo Silva *et al.* (2013), o tomateiro é sensível ao estresse hídrico e sua baixa produtividade, quando irrigado com lâminas menores que 100% da ET_c , pode ocorrer devido à falta de água que afeta a taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, a produtividade da espécie.

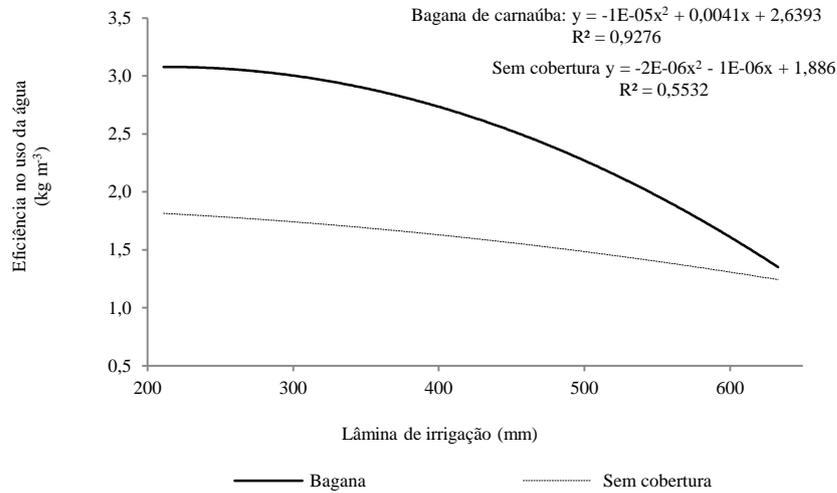
Relacionando-se os caracteres fisiológicos até agora estudados com a produtividade obtida, vê-se claramente uma relação direta entre eles, sendo a maior produtividade obtida para aqueles tratamentos que apresentaram as maiores condutâncias estomáticas, taxas fotossintéticas e eficiência instantânea de carboxilação.

Segundo Bandeira *et al.* (2011), as hortaliças de modo geral, têm seu desenvolvimento influenciado pela umidade do solo, sendo o déficit hídrico o fator mais limitante para obtenção de elevadas produtividades, bem como de frutos de boa qualidade, sendo que o excesso de água no solo também pode provocar sérios prejuízos, como observado neste trabalho para as lâminas de 125 % ou mais da ET_{cloc} . Sendo assim, a reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e momento certo, é fator determinante para o sucesso da produção do tomateiro cereja.

4.3.2. Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água (EUA) é um parâmetro que se refere ao rendimento total da colheita por unidade de água utilizada (Silva *et al.*, 2013). Com base no manejo de irrigação adotado nesse experimento, verificou-se uma EUA da ordem de $3,06 \text{ kg m}^{-3}$ quando utilizada a bagana de carnaúba e lâmina de irrigação de 205 mm, ao passo que no solo sem cobertura verificou-se a maior eficiência adquirida de $1,95 \text{ kg m}^{-3}$ com a lâmina de 211mm, o que evidencia elevada diferença entre as plantas conduzidas em solo coberto ou não com bagana de carnaúba (FIGURA 3).

Figura 3: Eficiência do uso da água do tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivado em solo com cobertura (Bagana de carnaúba - BC) e sem cobertura (SC), aos 60 dias após o transplântio (DAT), sendo ambos submetidos a diferentes níveis de irrigação. Pentecoste – CE, 2017.



Fonte: Autora

Considerando-se que a lâmina de água aplicada na irrigação constitui importante parâmetro no cálculo dos índices de eficiência para ambos os tipos de solo, fica comprovado o benefício da cobertura do solo com bagana de carnaúba em relação ao solo sem cobertura, nas condições edafoclimáticas da região.

Quando comparado à lâmina de irrigação no solo com cobertura foi obtida eficiência do uso da água de 3,19; 2,67; 2,87; 2,11; 1,31 kg m⁻³ para as taxas de reposição da ET_{Cloc} de 50, 75, 100, 125 e 150%, respectivamente. Já no solo sem cobertura 1,95; 1,40; 1,76; 1,55; 1,16 kg m⁻³, o que demonstram a importância da adoção criteriosa do manejo de irrigação, bem como do desenvolvimento de uma consciência quanto à determinação de uma correta disponibilidade hídrica às plantas que as permita adquirir um maior aproveitamento dos recursos hídricos e, assim, obter maior retorno econômico (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2011).

5 CONCLUSÃO

Foi possível obter maior produtividade, maior eficiência do uso da água, melhores características morfológicas e comportamento fisiológico de plantas de tomateiro cereja ‘vermelho’ cultivadas em solo coberto com bagana de carnaúba e irrigadas por gotejamento comparativamente ao cultivo em solo sem cobertura.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-RAZZAK, H.; WAHB-ALLAH, M.; IBRAHIM, A.; ALENAZI, M.; ALSADON, A. Response of Cherry Tomato to Irrigation Levels and Fruit Pruning under Greenhouse Conditions. **Journal Agricultural Scincie Techological**. v. 18, p:1091-1103, 2016.
- ABDEL-RAZZAK H.; IBRAHIM, A.; WAHB-ALLAH, M.; ALSADON, A. Response of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) to Pruning Systems and Irrigation Rates under Greenhouse Conditions. **Asian J. Crop Sci**. v. 5, p. 275–285, 2013.
- ABDELRAOUF, R. E. et al. Effect of pulse irrigation on clogging emitters application efficiency and water productivity of potato crop under organic agriculture conditions. *Australian Journal of Basie and Applied Sciences*, **Amman**, v. 6, n. 3, p. 807-816, 2012.
- ABRAHÃO, C.; BÔAS, R. L. V.; BULL, L. T. Relação k:ca:mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 214-224, abril-junho, 2014.
- AGRIOS, G. N; **Plant Pathology**, 5 ed, Florida, 2005. 992p.
- ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; PEIL, R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 613-619, 2012.
- ALIAN, A.; ALTMAN, A.; HEUER, B. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. **Plant Science**, v.152, p.59-65, 2000.
- AL-JUHAIMI, F.; GHAFLOOR, K.; BABIKER, E. E. Gum arabic coating effects on the physico - chemical properties and kinetics of color change of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits during storage. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, n. 2, p. 142-148, 2013.
- ALMEIDA, DENICE.; KLAUBERG FILHO, OSMAR.; FELIPE, A. F.; ALMEIDA, H. C. Carbono, nitrogênio e fósforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção orgânica de maçã no sul do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 1069-1077, 2012.
- ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Valor nutricional In: ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. **Revista e ampliação**. Lavras, MG: Editora Universitária de Lavras, cap. 2, p. 23-30.2013.
- AMOSSÉA, C.; JEUFFROY, M. H.; CELETTEA, F.; DAVIDA, C. Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. **Europa Jornal Agronomy**, v. 49, p. 158–167, 2013.
- ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: Edição do autor. 2002. 272 p.
- AZEVEDO, V.F.; ABOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Row spacing and pruning regimes on organically grown cherry tomato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 389- 394, 2010.

BANDEIRA, G. R.; PINTO, H.; MAGALHÃES, P. S.; ARAGÃO, C. A.; QUEIROZ, S.; SOUZA, E. R.; SEIDO, S. L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 237- 241, 2011.

BECKLES, D. M. Factors Affecting the Postharvest Soluble Solids and Sugar Content of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Fruit. **Postharvest Biology and Technology**.v. 63, p. 129–140, jan, 2012.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. *Blotechnology Advances*, **Oxford**, UK,v. 32, n. 1, p. 170- 189, 2014.

BERNARDO, S. Água no solo. 2.ed. Vicosa: UFV, 1980. 28p. UFV. **Boletim de Extensao**. Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Semiárido.

BLANCA, J.; MONTERO-PAU, J.; SAUVAGE, C.; BAUCHET, G.; ILLA, E.; DÍEZ, M. J.; FRANCIS, D.; CAUSSE, M.; KNAAP, E.; CAÑIZARES, J. Genomic variation in tomato, from wild ancestors to contemporary breeding accessions. **BMC Genomics**, v. 16, n. 257, 01-19, 2015.

BRANDAO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortícolas de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.64-68, set./dez. 1999.

BRITO JÚNIOR, F. P. **Produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) reutilizando substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba-Am**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia tropical) - Universidade federal do Amazonas, Manaus-Am, 2012.

CARVALHO C; KIST B. B; POLL H. 2013. **Anuário Brasileiro de Hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 88p. Issn 2178-0897. Disponível em<http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario_hortaliças_2013_0.pdf> Acessado em 24 de junho de 2016.

CARVALHO, D. F.; NETO, D. H. O.; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M. ROUWS, J. R. C. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**,v.31, p :269-277, 2011.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal (Fisiologia de cultivos)**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2008. 864 p.

CAVALCANTI, F. J. A. *et al.*; **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. IAP – Instituto Agronômico de Pernambuco. Recife, PE, 2008.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A.; MACIEL, C. J.; CARNEIRO, J. S. S.; LEITE, R. C. Produção de mudas de tomate cv. Santa cruz em diferentes substratos. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.2, n.2, p.39-45, 2015.

CORDEIRO, G. G. **Qualidade de Água para Fins de Irrigação (Conceitos básicos e práticos)**. Embrapa, Petrolina, PE, 2001.

COSTA, R. A. **Cultura do quiabo submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque classe a**. 2014. 44f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu- SP, fevereiro, 2014.

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. **Produção de tomate para processamento industrial – Brasília: Embrapa**. Embrapa hortaliça, p. 31-34, 2012.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das cultura**. Embrapa Algodão; Embrapa Semiárido. Campina Grande, 1997, 204p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. **Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem**, 33. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 306p, 1994.

ESTEVES, B. S; SILVA, D. G; PAES, H. M. F; SOUSA, E. F. Irrigação por gotejamento. **Programa Rural**, Niterói – Rj, 2012.

ESPINOZA, S.; OVALLE, C.; ZAGAL, E.; MATUS, I.; TAY, J.; PEOPLES, M.B.; DEL POZO, A. Contribution of legumes to wheat productivity in Mediterranean environments of central Chile. **Field Crops Research**. v.133, p. 150–159, 2012.

FAGAN, E. B.; PETTER, S. L.; SIMON, J.; BORCIONI, E.; LUZ, J. L.; MANFRON, P. A. Eficiência do uso de água do meloeiro hidropônico. **BioscienceJournal**.Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 37-45, 2009.

FAOSTAT – **The Statistics Division of FAO**. Disponível em: <faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>. Acesso em: 05 de setembro de 2016.

FAO – **Organização das Nações Unidas para agricultura e Alimentação**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>, Acesso em 06 out.2009.

FERREIRA, D. F. 2010. SISVAR - **Sistemas de análises estatísticas**. Versão 5.3. Lavras: Departamento de Ciências Exatas, UFLA.

FERERES, E. AND M. A. SORIANO. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **J. Exp. Bot.** 58: 147–159, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

GONZÁLEZ, A. P.; ALVES, M. C. Armazenamento de água e densidade do solo sob três condições de superfície, em um Cambissol gleico de Lugo, Espanha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 9, p.45-50, 2005.

GOTO R; TIVELLI SW. 1998. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundações Editoras da UNESP. 309p.

HARMANTO, V. M, SALOKHE, B. M. S; TANTAU, H. J. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. **Agricultural Water Management**, v.71, p. 225-242, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**, 2014, v. 40. Rio de Janeiro: IBGE, p. 68-69, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>. Acesso em outubro de 2016.

LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, A. P.; ROCHA, H. S.; GUERRA, J. G. M. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, p.604-610, 2012.

LIMA, M. E. CARVALHO, D. F. SOUZA, A. P. GUERRA, J. G. M; RIBEIRO, R. L. D. Desempenho da alface em cultivo orgânico com e sem cobertura morta e diferentes lâminas de água. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1503-1510, nov./dez., 2009.

LOOS, R. A.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H. Enxertia, produção e qualidade de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Ciência Rural**, v.39, p.232-235, 2009.

LUZ, J. M. Q; BERTOLDO, D. L; PINTO, V. H; OLIVEIRA JUNIOR, A. B. Produtividade de tomate, cv. Débora, em função de adubação organomineral via foliar e gotejamento. **VIII Encontro Interno. XIII Seminário de Iniciação Científica**. Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v.103, p.115-134, 1977.

MACÊDO, L. S.; ALVARENGA, M. A. R. Efeito de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 296-304, 2005.

MAIA, C. E. Aplicação de modelos matemáticos na estimativa do volume de bulbo molhado por gotejamento superficial em diferentes tipos de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.11, Nov. 2010.

MANZONI; S.; VICO; G.; KATUL, G.; PORPORATO, A. Biological Constraints on water transport in the soil-plant-atmosphere. **Adv. Água Resour**, v. 51, p. 292-304, 2013.

MARQUELLI, W. A; SANTANA, R. R; SILVA, W.L.C.; MORETTI, C.L.; VILELA, N.J. Avaliação técnica e econômica do espaçamento de gotejadores em tomateiro para processamento cultivado em fileiras simples e duplas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 202-206, 2003.

- MARQUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Tensões-limite de água no solo para o cultivo do tomateiro para processamento irrigado por gotejamento. Brasília: Embrapa Hortaliças, 17p. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças**, 37, 2008.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. Os sistemas agrários sem alqueive das regiões temperadas, A primeira revolução agrícola dos tempos modernos. IN: **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. cap. 8, p.353-396.
- MEDEIROS, J. F.; SANTOS, S. C. L.; CÂMARA, M. J. T. & NEGREIROS, M.Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Revista Horticultura Brasileira**, v, 25, p:538-543, 2007a.
- MENEZES, J. B. C.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A.; CATÃO, H. C. M.; GUILHERME, D. O.; MARTINEZ, R. A. S. Fruit production and classification of four cherry tomato genotypes under an organic cropping system. **IDESIA**, v. 30, p. 29-35, 2012.
- MESQUITA, J. B. R., *et al.* Crescimento e produtividade da cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação, **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 364-375, 2013.
- MOTA, J. C. A; LIBARDI, P. L. BRITO, A. S; ASSIS JÚNIOR, R. N; AMARO FILHO, J. Armazenagem de água e produtividade de meloeiro irrigado por gotejamento, com a superfície do solo coberta e desnuda. **Revista Brasileira de ciências do Solo**, v, 34, p: 1721-1731, 2010.
- MONTE, J. A; PACHECO, A. S; CARVALHO, D. F; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 27, p. 222-227, 2009.
- MULUMBA, L. N.; LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, v.98, p.106 – 111, 2008.
- OLIVEIRA NETO, D. H; CARVALHO, D.F; SILVA, L.D.B.; GUERRA, J. G.M.; CEDDIA, M.B. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da beterraba orgânica sob cobertura morta de leguminosa e gramínea. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p.330-334. 2011.
- OZBAHCE, A.; TARI, A. F. Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. **Agricultural Water Management**, v. 97, p. 1405–1410, 2010.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 183 p.
- PICANÇO, M.; LEITE, G. L. D.; GUEDES, R. N. C.; SILVA, E. A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, v.17, p.447-452, 1998.
- PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. Seropédica: **EDUR**, 1998. 150 p.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A.; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 228-234, 2009.

PLAZA-BONILLA, D.; JEAN-MARIE, N.; RAFFAILLACA, D.; JUSTESA, E. Cover crops mitigate nitrate leaching in cropping systems including grain legumes: Field evidence and model simulations. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 212, p. 1–12, 2015.

PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. T. V.; CHAGAS, R. R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ K; MORALES, R. G. F. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.348-356, 2014.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C. Efeito dos níveis de reposição de água no solo na produtividade do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.1378-1384, 2009.

SÁ, N. S. A. *et al.* Behavior of tomato crop under different soil water tensions in a greenhouse. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 9, n. 3, p. 341-347, 2005.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C. Efeito dos níveis de reposição de água no solo na produtividade do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.1378-1384, 2009.

SCHWARZ, K.; RESENDE J. T. V.; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T.; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 410-418, 2013.

SILVA, J. M.; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A.F.; GOMES, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.40–46, Campina Grande, PB, 2013.

SILVA, A. C.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 33-40, 2011.

SILVA, V. G. F. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plants under different irrigation strategies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 14, n. 5, p. 451-457, 2010.

SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 10, n. 1, p. 128-131, 2006.

SOARES JÚNIOR, A. P.; FARIAS, L. M. Efeito do licopeno do tomate na prevenção do câncer de próstata. **Revista Interdisciplinar NOVAFAPI**, Teresina. v. 5, n.2, p.50-54, 2012.

SOARES, LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico

em ambiente protegido. **Revista Verde**, Mossoró – RN , v.6, n. 3, p. 203 – 212, julho/setembro de 2011.

SOUZA, J. M.; PEREIRA, L. R.; RAFAEL, A. M.; SILVA, L. D.; REIS, E. F.; BONOMO, R. Comparison of methods for estimating reference evapotranspiration in two locations of Espirito Santo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 8, n.2, p. 114-126, 2014.

SOUZA, L. P.; FARIAS, O. S.; MOREIRA, J. G. V.; GOMES, F. A.; JUNIOR, E. F. F. Comparação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Cruzeiro do Sul – Acre. **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2011.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. & BRAZ, A. J. B. P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, p:577-582, 2006.

TAGUCHI, V. Em seis meses, Espanha exportou quase 7 mil t de frutas e hortaliças. Hortifruti. **Revista Globo rural**. 2016. Disponível: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Hortifruti/noticia/2016/10/em-seis-meses-espanha-exportou-quase-7-mi-de-t-de-frutas-e-hortalicas.html>. Acesso em 06 de novembro de 2016.

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

TOPAK, R.; SUHERI, S.; ACAR, B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian. **Irrigation Science**, Berlin Heidelberg, v. 29, p. 79-89, 2011.

TOPAK, R.; SÜHERI, S.; ACAR, B. Comparison of energy of irrigation regimes in sugar beet production in a semi-arid region. **Energy**, v.35, p.5464-5471, 2010.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p. 292-300, 2011.

TEIXEIRA, M. B. 2010. 60f. **Teores de nutrientes na palhada e no solo, após o corte das plantas de milho e sorgo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2010.

VALNIR JÚNIOR, M. LIMA, S. C. R. V. GOMES FILHO, R. R. CARVALHO, C. M.. SOUSA, A. E. C. **Tecnologia na irrigação**. 1a Edição. Fortaleza: GRAFHOUSE, 2010. 355p.

VIEIRA, M. M. M. MOCHEL FILHO, W.J.E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. *Arch. Zootec.* v. 59, p.15-24, 2010.

XU, L.; YU, J.; HAN, L.; HUANG, B. Photosynthetic enzyme activities and gene expression associated with drought tolerance and post-drought recovery in Kentucky bluegrass. **Environmental and Experimental Botany** , v.89, p. 28– 35, 2013.

YU, D. J.; KIM, S. J.; LEE, H. J.; Stomatal and non-stomatal limitations to photosynthesis in field-grown grapevine cultivars, **Biological Plant**. v.53, p.133–137, 2009.

ZHANG, H-X., D-C. CHI, Q. WANG, J. FANG AND X-Y. FANG. Yield and quality response of cucumber to irrigation and nitrogen fertilization under sub surface drip irrigation in solar greenhouse. **Agronomic science**. China. v. 10, p: 921-930, 2011.

ZHOU, Q.; YU, B. Changes in content of free, conjugated and bound polyamines and osmotic adjustment in adaptation of vetiver grass to water deficit. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, p.417–425, 2010.