

REPOSIÇÃO DEFICITÁRIA DE ÁGUA E ADUBAÇÃO COM ORGANOMINERAL NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TOMATEIRO INDUSTRIAL*

MARCELO JOSÉ DE ALMEIDA¹; CLEITON MATEUS SOUSA²; MARIELLA CAMARGO ROCHA³; VINÍCIUS DE MELO BENITES⁴ E JOSÉ CARLOS POLIDORO⁵

* Parte da Dissertação do primeiro autor apresentada no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado

¹ Mestre em Irrigação no Cerrado, Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres (IF Goiano – Campus Ceres), Rodovia GO 154, km 3, Caixa Postal 51, Ceres/GO/Brasil, CEP: 763300-000. marcelo.almeida@ifgoiano.edu.br

² Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres (IF Goiano – Campus Ceres), Rodovia GO 154, km 3, Caixa Postal 51, Ceres/GO/Brasil, CEP: 763300-000. cleiton.sousa@ifgoiano.edu.br

³ Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq/FAPEG desenvolvido no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Rodovia GO 154, km 3, Caixa Postal 51, Ceres/GO/Brasil, CEP: 763300-000. marigonnis@gmail.com

⁴ Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rua Jardim Botânico 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro/RJ/Brasil, CEP: 22460-000. vinicius.benites@embrapa.br

⁵ Doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rua Jardim Botânico 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro/RJ/Brasil, CEP: 22460-000. jose.polidoro@embrapa.br

1 RESUMO

O ajuste de estratégias de adubação aliadas ao manejo racional da irrigação para o uso sustentável da água na produção de tomateiro destinado ao processamento industrial pode contribuir com a cultura do tomate. Avaliou-se a influência da adubação organomineral e de lâminas de reposição deficitária aplicadas via gotejamento sobre o crescimento e a produtividade do tomateiro industrial. Conduziu-se um experimento em campo utilizando a cultivar de tomateiro industrial BRS Sena. Utilizou-se delineamento experimental de blocos completos casualizados, em esquema fatorial (4 x 2), sendo quatro lâminas de irrigação (55, 70, 85 e 100% da ET_c) e fertilizantes (organomineral e mineral). A irrigação utilizada foi por gotejamento e realizada diariamente de acordo com a evapotranspiração de referência (ET_0). Avaliou-se: altura de plantas, diâmetro do caule, número de ramos laterais, número de frutos por planta, produtividade, produção de frutos planta⁻¹, percentual de frutos defeituosos, massa fresca frutos defeituosos, percentual de podridão mole nos frutos, percentual de lóculos abertos, percentual de escaldadura nos frutos, percentual de broca grande nos frutos, percentual de podridão apical nos frutos, diâmetro longitudinal médio, diâmetro equatorial médio, sólidos solúveis totais, massa fresca de frutos e massa seca de frutos. A aplicação de fertilizante organomineral proporcionou maior produção de frutos por planta e maior diâmetro de frutos. As características biométricas correlacionaram-se entre si. A produção de frutos por planta e a produtividade aumentam linearmente com o incremento da taxa de reposição da evapotranspiração diária do tomateiro.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., organomineral, reposição de água deficitária, manejo da irrigação

**ALMEIDA, M. J.; SOUSA, C. M.; ROCHA, M. C.; BENITES, V. M.; POLIDORO, J.C.
REPLENISHMENT OF WATER AND FERTILIZATION WITH ORGANO-
MINERAL IN THE GROWTH AND PRODUCTION OF INDUSTRIAL TOMATO.**

2 ABSTRACT

The adjustment of fertilization management strategies associated with the rational management of irrigation for the sustainable use of water in the production of tomato destined for industrial processing can contribute to tomato crops. The objective of this study was to evaluate the influence of organomineral fertilization and replacement of deficient depths applied by drip irrigation on the growth and yield of industrial tomato. An experiment was conducted in field using BRS Sena industrial tomato cultivar. A randomized complete experimental block design was used in a factorial scheme (4 x 2), with four irrigation depths (55, 70, 85 and 100% ETC) and fertilizers (organomineral and mineral). The irrigation used was by drip system and performed daily according to the reference evapotranspiration (ET_0). The following items were assessed: plant height, stem diameter, number of lateral branches, number of fruits per plant, productivity, plant^{-1} fruit production, percentage of defective fruits, fresh mass defective fruits, percentage of soft rot in fruits, percentage of open lobes, percentage of fruit scald, percentage of large fruit borer, percentage of apical rot in fruits, average longitudinal diameter, average equatorial diameter, total soluble solids, fresh fruit mass and dry fruit mass. The application of organomineral fertilizer resulted in higher production and diameter of fruits per plant. Biometric characteristics correlated with each other. Fruit production per plant and productivity increased linearly with the increase in the replacement rate of daily evapotranspiration of tomato.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., organo-mineral, deficit water replacement, irrigation management

3 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) está entre as hortaliças mais consumidas, nas diferentes formas processadas ou in natura, no mundo (SILVA et al., 2014). Para se obter bons rendimentos e, conseqüentemente, retorno econômico com essa olerícola, é necessário um manejo adequado da nutrição, fornecimento de água, cultivares melhoradas e sanidade (SILVA et al., 2013).

A água é um dos fatores mais importantes que afetam a produtividade e a qualidade industrial de frutos de tomate. Assim, o controle adequado da irrigação constitui fator preponderante para o êxito da cultura, maximizando a produtividade, a

eficiência no uso de água e de nutrientes e minimizando os custos de irrigação, tornando a atividade mais lucrativa (MAROUELLI et al., 1991; BATTILANI; PIVA; DADOMO, 1999). Koetz et al. (2010), ao trabalharem com tomate para indústria utilizando a irrigação por gotejamento, relataram incrementos nos aspectos físico-químicos dos frutos, principalmente no diâmetro e na massa do fruto.

Aliado ao manejo da irrigação deve-se dar atenção ao suprimento nutricional da cultura, com destaque para utilização de adubos que permaneçam por mais tempo disponíveis para serem aproveitados pelas plantas. Sendo assim, o uso de fertilizante organomineral é uma das alternativas que vêm sendo alvo de estudo.

Em virtude da quantidade cada vez maior de resíduos orgânicos gerados pelas atividades humana e a industrial, o uso agrônomico desse tipo de fertilizante como fonte de nutrientes às plantas e como condicionadores do solo, tem-se constituído em alternativa viável na preservação da qualidade ambiental (MELO; MARQUES, 2000).

Levando em consideração o uso sustentável da água, dos fertilizantes e dos resíduos orgânicos na agricultura de forma a manter rendimentos satisfatórios da tomaticultura industrial, objetivou-se avaliar os aspectos de crescimento e produtivos do tomateiro BRS Sena cultivado sob diferentes taxas de reposição deficitária e adubação organomineral.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, localizado em Ceres - GO. O município de Ceres está situado no Vale do São Patrício, o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, quente e semiúmido, com estação bem definida de maio a setembro. A precipitação anual é de cerca de 1.575 mm. O solo do local é caracterizado como Nitossolo vermelho de textura argilosa com relevo suave (EMBRAPA, 2013). A análise química do solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,2 m e de 0,2 a 0,4 m é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química das camadas de 0 – 0,2 m e 0,2 m – 0,4 m do solo na área experimental. Ceres-GO, 2016.

Camada (m)	cmolc/dm ³ (mE/100mL)					mg dm ³ (ppm)		
	Ca	Mg	K	Al	H+Al	K	P(Mellich)	S
0 – 0,20	2,6	1,5	0,40	0,0	2,0	156,0	22,2	6,4
0 – 0,40	2,1	1,3	0,28	0,0	2,0	109,0	5,0	11,0
	Micronutrientes - mg dm ³ (ppm)							
	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
0 – 0,20	8,0	-	4,8	0,37	0,3	57,2	41,6	-
0 – 0,40	9,0	-	7,5	0,33	0,5	61,2	30,4	-
	Granulometria (g kg ⁻¹)				Dados complementares			
	Argila	Silte	Areia	pH	S.	CTC	M. O (g kg ⁻¹)	
0 – 0,20	470,0	100,0	430,0	5,2	70,35%	6,73	21,0	
0 – 0,40	500,0	110,0	390,0	5,2	65,02%	5,72	16,0	

O resíduo orgânico utilizado no preparo do fertilizante organomineral foi a cama de frango, fertilizante mineral monoamônio fosfato (MAP - 10% de N e 46 a 50% de P₂O₅), bentonita, silicato de sódio (8,3 % Na₂O, 26,5 % SiO₂), nas proporções de: 1kg de cama de frango, 330 g de MAP, 50 g de bentonita e 20 g de silicato de sódio. A cama aviária passou por um processo de compostagem – fermentação ao ar livre, depois foi triturada. Em uma betoneira, fez-se a homogeneização e a incorporação da cama de frango com os macro e micronutrientes. Essa mistura foi passada em uma peneira com malha de 5 mm e, por

fim, granulada, resultando em produto de fácil manejo. Os teores de nitrogênio (N), P₂O₅(total) e K₂O solúvel do fertilizante organomineral foram: 6% de N; 18,5% de P₂O₅ (total) e; 1,95% de K₂O solúvel.

As mudas da cultivar BRS Sena foram produzidas em bandejas de polipropileno, com 128 células com 2 a 3 sementes por célula, preenchidas com substrato preparado a partir do produto comercial (Bioflora[®]) + esterco bovino (3:1 v/v). Foi realizado desbaste após a emergência para garantir uma muda por célula. Aos 17 dias após a semeadura às mudas foram submetidas à aclimatização

(pleno sol) por 15 dias, sendo transplantadas após esse período, com idade de aproximadamente 30 dias e dois pares de folhas definitivas.

Foi realizada correção da acidez do solo utilizando a dose de 1 t ha⁻¹ de calcário calcítico, além de três operações de gradagem, sendo duas aradoras e uma niveladora. O transplante e a adubação de plantio foram realizados manualmente.

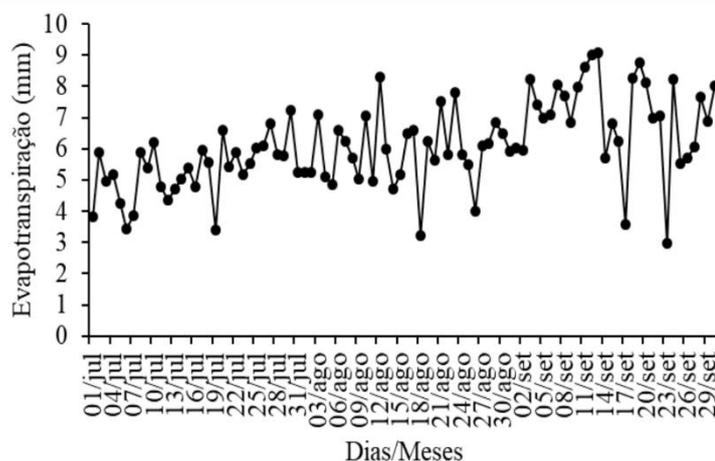
O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, sendo quatro lâminas de irrigação (55, 70, 85 e 100% da evapotranspiração de referência diária) nas parcelas e duas fontes de fertilizantes aplicados aos 30 DAT [fertilizante organomineral ou fertilizante mineral (Uréia + Termofosfato magnésiano + Cloreto de potássio)] nas subparcelas. Cada parcela foi composta de três linhas contendo dez plantas cada, utilizando o espaçamento 1,0 x 0,5 m. Como área útil, em cada parcela, foram consideradas oito plantas centrais (da linha central de cada parcela).

A aplicação dos tratamentos adubo mineral x adubo organomineral foi realizada 30 DAT. Os fertilizantes foram aplicados em cobertura, via solo. Nas parcelas recebendo fertilizante mineral aplicou-se 2,04 g planta⁻¹ de Uréia (40 kg de N ha⁻¹) + 17,5 g planta⁻¹ de Yoorin (350 kg de P₂O₅ ha⁻¹) + 3,10 g planta⁻¹ de KCl, (60 kg de K₂O ha⁻¹) enquanto nas parcelas com adubo organomineral foram aplicados 15 g

planta⁻¹ de adubo organomineral (Cama de frango + MAP) + 2,08 g planta⁻¹ de Termofosfato magnésiano (Yoorin) (40 kg de P₂O₅ ha⁻¹) + 2,60 g planta⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl) (50 kg de K₂O ha⁻¹) de modo a atender, em ambos os tratamentos, a recomendação de 18, 63 e 36 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente (ALVARENGA, 2004). As adubações de cobertura para suprimento das quantidades complementares de N, e K₂O para atendimento da necessidade da cultura foram realizadas via fertirrigação aos 45, 60, 75 e 90 DAT.

Utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento, tendo a fita gotejadora instalada a 0,1 m de distância em relação à linha de plantas, com os gotejadores espaçados a cada 0,5 m e vazão de 1,7 L h⁻¹. Todos os tratamentos receberam a lâmina de 100% da evapotranspiração diária da cultura (ET_c) até os 25 DAT, em seguida, as lâminas foram conforme os tratamentos propostos. As irrigações foram realizadas diariamente de acordo com a ET_c no dia anterior e ajustadas a seu respectivo tratamento. O manejo da irrigação foi realizado com base no método do Tanque Classe A, onde diariamente eram realizadas leituras da evaporação do dia anterior no tanque instalado na estação meteorológica do Campus Ceres. Os valores das leituras diárias da evapotranspiração estão expressos na figura 1.

Figura 1. Evapotranspiração monitorada pelo tanque Classe A de 05 de julho a 30 de setembro de 2016



Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres (2016).

A quantidade de água demandada pela planta foi estimada segundo Conceição (2005), considerando o turno de rega de um dia. Os valores de Kc utilizados em cada estágio de desenvolvimento do tomateiro foram adaptados da recomendação de Marouelli et al. (1996), Allen et al. (1998) e Macêdo e Alvarenga (2005), correspondendo a 0,60 no estágio I: da emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo; 0,65 no estágio II: do final da fase I até o início da fase de floração; 1,15 no estágio III: do final da fase II até o início da maturação e 0,65 no estágio IV: do final do estágio III até o final da colheita. No período de agosto a outubro ocorreram chuvas esporádicas, totalizando precipitação de 82 mm. As lâminas da água aplicadas após as chuvas foram calculadas para evitar déficit ou excesso.

Para avaliação do crescimento das plantas de tomateiro industrial utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados, em parcela subdividida, as parcelas com os quatro períodos de avaliação (30, 45, 60 e 75 DAT), as subparcelas com as quatro lâminas de irrigação (55, 70, 85 e 100% da evapotranspiração de referência diária) e as subsubparcelas com as fontes de fertilizantes aplicados 30 DAT (fertilizante

organomineral e mineral à base de Uréia – 44%N, Termofosfato magnésiano (Yoorin) – 18% P₂O₅, Cloreto de potássio – 58% K₂O). Foram selecionadas aleatoriamente quatro plantas da parte central de cada parcela para determinação da altura, diâmetro do caule e o número de ramos laterais (NRL) emitidas.

A colheita dos frutos foi realizada manualmente em duas etapas, a primeira, quando 70% a 80% de frutos estavam maduros (88 DAT) e a segunda, aos 103 DAT, quando o restante dos frutos atingiu a maturação. Na colheita, foi quantificado o número de frutos por plantas (NPFL), bem como a produtividade por planta (PRODPL em kg planta⁻¹), sendo nessa etapa, utilizada área útil de 4 m² da parcela.

Após contagem e pesagem, os frutos da área útil de avaliação de cada parcela foram separados em comercializáveis e não comercializáveis (com sintomas de doenças, anomalias fisiológicas, ataque de pragas) para posterior pesagem e medição. O somatório da produção comercial e não comercial resultou na produção total (t ha⁻¹). Após separação, foi determinada a massa fresca de frutos defeituosos (MFDAH, t ha⁻¹), percentual de frutos defeituosos (PFDEF), percentual médio de frutos defeituosos (PMFDEF), percentual de

podridão mole nos frutos (PPM), percentual de lóculos abertos (PLA), percentual de escaldadura nos frutos (PESCALD), percentual de broca grande nos frutos (PBG), percentual de podridão apical nos frutos (PPAPIC) e o percentual de frutos deformados (PDEFOR). A produtividade média geral de frutos ($t\ ha^{-1}$) foi determinada a partir da integração da massa de frutos delimitada nas duas colheitas.

Cinco frutos aleatórios de cada parcela foram separados e identificados para determinação do diâmetro longitudinal médio (DLM), diâmetro equatorial médio (DEM), com auxílio de paquímetro digital graduado em milímetros. Em seguida, efetuou-se a pesagem dos frutos para obtenção da massa fresca do fruto (MF em gramas). A massa seca foi obtida pelo método da estufa a 70°C por 72 horas (RAUPP et al., 2009). A determinação dos sólidos solúveis totais (SST em °Brix) foi realizada conforme metodologia descrita por Moretti et al. (1998), com auxílio do refratômetro digital.

As variáveis relacionadas ao crescimento das plantas foram submetidas à análise de variância (teste F) ao nível de 5 % de probabilidade de erro no esquema de parcelas sub-subdivididas no tempo. Quando houve significância, os tipos de adubação foram comparados por teste F. As lâminas de irrigação, bem como o efeito do

tempo (DAT) e suas respectivas interações foram submetidas a ajustes de regressões lineares para determinação das tendências para o acréscimo nas taxas de reposição de água via irrigação e do crescimento do tomateiro industrial ao longo do tempo. As médias das variáveis de produção foram submetidas ao teste F para o tipo de adubação empregada na primeira cobertura e ajustes de regressão para os níveis de reposição da água evapotranspirada pela cultura. Correlações de Pearson foram empregadas para verificar a associação das variáveis estudadas. As análises estatísticas foram realizadas no software Sisvar (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de ramos laterais por planta (NRL) mostrou ser dependente da interação lâminas de irrigação x adubação. As variáveis altura e diâmetro do caule oscilaram no tempo e com o tipo de adubação. O tipo de adubo empregado em cobertura influenciou diretamente no crescimento das plantas. Não houve diferença significativa da interação entre a taxa de reposição da evapotranspiração via lâminas de irrigação x dias após transplante x adubação empregada na primeira cobertura (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de F para os efeitos de dias após o transplante (DAT), lâminas de irrigação, tipo de adubação e interações sobre o crescimento de tomateiro industrial irrigado por gotejamento

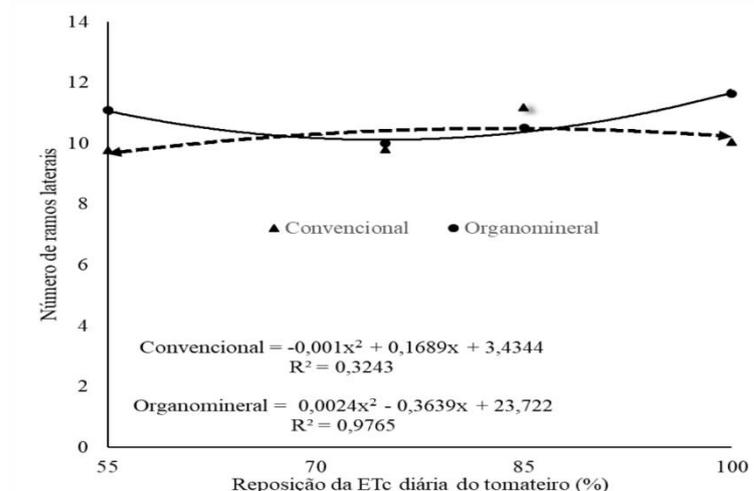
FV	GL	NRL laterais	Altura (cm)	Diâmetro do caule (mm)
Bloco	3	0,52 ^{ns}	0,60 ^{ns}	13,22 ^{**}
DAT	3	90,65 ^{**}	293,22 ^{**}	153,07 ^{**}
Erro a (Parcela)	9	-	-	-
Lâminas (L)	3	2,26 ^{ns}	2,58 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Lâminas x DAT	9	0,49 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,50 ^{ns}
Erro b (Subparcela)	27	-	-	-
Adubação (A)	1	6,39 ^{**}	6,48 ^{**}	6,72 ^{**}
A x DAT	3	1,65 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,08 ^{ns}
A x L	3	4,65 ^{**}	1,38 ^{ns}	2,45 ^{ns}
A x DAT x L	9	0,63 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,58 ^{ns}
Resíduo	441	-	-	-
Total	511	-	-	-
CV Parcela (%)		56,34	14,12	15,72
CV Subparcela (%)		31,80	12,62	13,45
CV Subsubparcela (%)		25,96	14,28	12,47
Média geral		10,51	58,35	8,50

** e ^{ns}, equivalem a significativo a 1% de probabilidade de erro e não significativo, respectivamente.

O número de ramos laterais por planta mostrou que o tomateiro é sensível ao tipo de adubação empregada em cobertura e

a quantidade de água repostada para compensar a evapotranspiração (Figura 2).

Figura 2. Número de ramos laterais de plantas de tomateiro industrial sob adubação de cobertura com fertilizantes mineral (Convencional) e organomineral sob taxas crescentes de reposição da água evapotranspirada



O incremento observado no número de ramos laterais em razão do uso do adubo organomineral sugere que nessa formulação

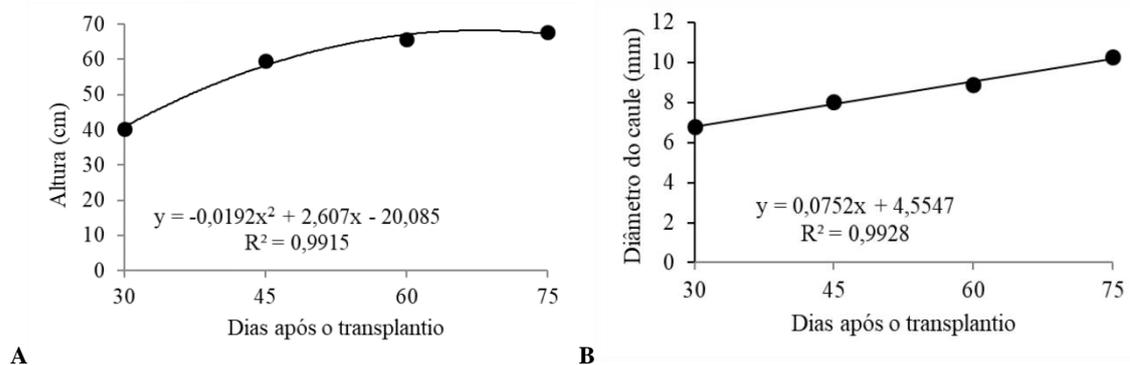
pode estar ocorrendo liberação controlada de nutrientes em função da disponibilidade de água no solo, permitindo à planta investir

em brotos, em condições sub e supra ótimas de disponibilidade hídrica. Efeitos prejudiciais do estresse por seca podem ser reduzidos pelo uso de fertilizantes organominerais (EL-MAGEED; SEMIDA, 2015), pois, a matéria orgânica melhora a capacidade de retenção de água do solo, aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas e determina o pH do solo. Esses autores ainda apontam que a combinação irrigação deficitária e fertilizante organomineral maximiza a eficiência no uso da água por aumentar a área foliar, o índice de estabilidade de membranas e o índice de colheita, com reflexos diretos na produtividade. Isso

permite que possa ser feito racionamento de oferta de água, sem que haja redução na emissão de ramos laterais que poderão se tornar folhas e/ou frutos e contribuir para incremento de produtividade.

Observou-se resposta quadrática para altura das plantas (Figura 3A) ao longo do tempo. Houve resposta linear crescente para o diâmetro do caule (Figura 3B) e do número de ramos laterais por planta ($p < 0,01$). A altura das plantas atingiu máximo valor aos 68 DAT, estabilizando-se a partir desse período. A causa disso decorre do hábito de crescimento determinado do material “BRS Sena” utilizado neste estudo.

Figura 3. Altura (A) e Diâmetro do Caule (B) de plantas de tomateiro industrial 75 dias após o transplântio



Os diferentes níveis de reposição da água não influenciaram significativamente na altura de plantas. Soares et al. (2011) apontam que a altura do tomateiro na fase vegetativa e de floração da cultura são dependentes das condições hídricas, menores valores para a altura são encontrados quando ocorrem estas situações, independente da fase. Nangare et al. (2016) observaram que a altura da planta de tomateiro aumentou com a reposição da água 60-100% da evapotranspiração.

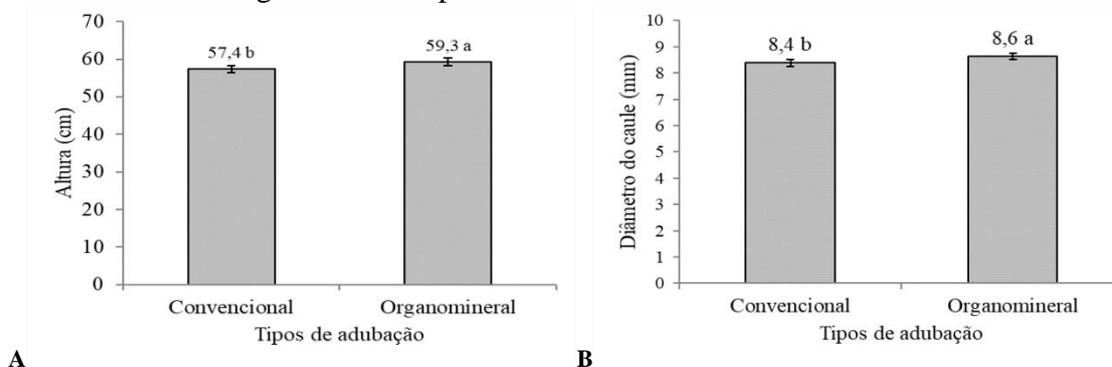
O incremento linear no diâmetro do caule e o número de ramos laterais ao longo do tempo pode ser explicado pelo avanço nos estádios fenológicos, que de acordo com Khan et al. (2010) promovem

variações estruturais (alongamento celular, lignificação de tecidos), na anatomia do vegetal, composição química e resistência a patógenos e estresses, o que reflete no acúmulo de fitomassa. De maneira geral, espera-se em plantas herbáceas, como o tomateiro, investimento progressivo em diâmetro com o avanço cronológico da idade da planta, visto que este investimento em diâmetro permitirá à planta suportar a carga de frutos produzidos (SWAEF; STEPPE, 2010).

A altura e o diâmetro do caule das plantas de tomateiro apresentaram diferenças em relação ao tipo de adubo aplicado na primeira adubação de cobertura. A utilização de adubo organomineral

promoveu maiores valores tanto para a altura (Figura 4A) quanto para o diâmetro do caule (Figura 4B).

Figura 4. Altura (A) e Diâmetro do Caule (B) de plantas de tomateiro industrial sob adubação mineral e organomineral aplicada em cobertura



Investimento em altura (crescimento primário do caule) e em diâmetro do caule (crescimento secundário) se dão quando a quantidade de fotoassimilados acumulada nos tecidos é maior que a quantidade necessária para a respiração. Assim, pode-se inferir que plantas crescendo mais por receberem adubação organomineral possuem melhor balanço nutricional em seus tecidos, o que, de maneira direta, favorece o transporte de fotoassimilados, água e nutrientes pelo caule.

A alta solubilidade dos adubos minerais, principalmente os nitrogenados e potássicos, faz com que permaneçam por pouco tempo na rizosfera, ao passo que os adubos organominerais, por serem constituídos de frações orgânicas de lenta mineralização, permanecem por maiores períodos no sistema, reduzindo perdas por

lixiviação e auxiliando na liberação dos nutrientes a planta (MALAQUIAS; SANTOS, 2017). Resultados semelhantes foram encontrados por Kalbani et al. (2016), onde a aplicação de resíduos orgânicos contendo estrume + carcaça de frango durante a fase vegetativa favoreceu o crescimento do tomateiro. Rady (2012) observou que a aplicação de fertilizantes organominerais, além de potencializar o crescimento, eleva os níveis de prolina, clorofila e o conteúdo de nutrientes nas folhas.

Para as variáveis produtivas não houve efeito da interação tipos de adubação x lâminas de irrigação. A Tabela 3 apresenta o efeito isolado do tipo de adubo aplicado em cobertura e das lâminas de reposição deficitária da ETc do tomateiro.

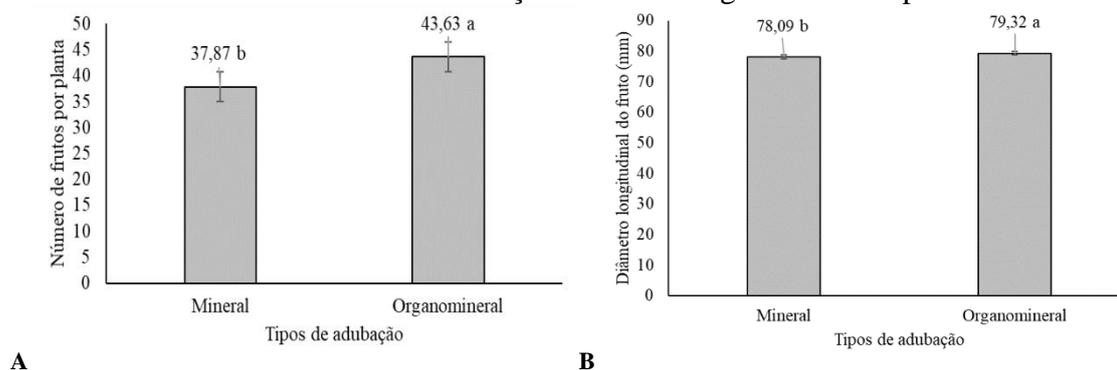
Tabela 3. Valores de F para os efeitos de adubação, lâminas de irrigação e interação sobre características morfológicas de tomateiro industrial irrigado por gotejamento

Variáveis respostas	Fontes de Variação			CV(%)	
	Adubação	Lâminas			
		R. Linear	R. Quadrática		
NFPL ¹	4,651*	0,352 ^{ns}	0,503 ^{ns}	0,220 ^{ns}	18,54
Produtividade	4,042 ^{ns}	9,158*	0,855 ^{ns}	0,499 ^{ns}	9,56
PFP	1,594 ^{ns}	6,366*	0,212 ^{ns}	0,211 ^{ns}	16,21
PFDEF	0,009 ^{ns}	7,393*	0,001 ^{ns}	1,287 ^{ns}	19,36
MFDHA	0,693 ^{ns}	0,607 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,716 ^{ns}	28,39
PPM	0,618 ^{ns}	3,636 ^{ns}	0,066 ^{ns}	1,390 ^{ns}	29,82
PLA	0,795 ^{ns}	1,936 ^{ns}	0,207 ^{ns}	1,208 ^{ns}	331,24
PESCALD	0,197 ^{ns}	0,600 ^{ns}	2,003 ^{ns}	0,769 ^{ns}	84,43
PBG	0,657 ^{ns}	4,057 ^{ns}	0,626 ^{ns}	0,678 ^{ns}	69,45
PPAPIC	3,163 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,104 ^{ns}	0,420 ^{ns}	53,35
DLM	4,689*	1,679 ^{ns}	0,128 ^{ns}	1,315 ^{ns}	2,04
DEM	0,970 ^{ns}	2,157 ^{ns}	9,811*	0,351 ^{ns}	2,30
SST	2,787 ^{ns}	10,176*	4,701 ^{ns}	0,624 ^{ns}	3,55
MF	1,915 ^{ns}	3,585 ^{ns}	1,746 ^{ns}	0,086 ^{ns}	6,47
MS	4,145 ^{ns}	2,073 ^{ns}	0,679 ^{ns}	1,329 ^{ns}	10,93

NFPL: número de frutos por planta; Produtividade; PFP: produção de frutos planta⁻¹; PFDEF: percentual de frutos defeituosos; MFDHA: massa fresca frutos defeituosos t ha⁻¹; PPM: percentual de podridão mole nos frutos; PLA: percentual de lóculos abertos; PESCALD: percentual de escaldadura nos frutos; PBG: percentual de broca grande nos frutos; PPAPIC: percentual de podridão apical nos frutos; DLM: diâmetro longitudinal médio; DEM: diâmetro equatorial médio; SST: °Brix médio; MF: massa fresca de frutos; MS: massa seca de frutos; CV: coeficiente de variação. * e ns, equivalem a significativo a 5% de probabilidade de erro e não significativo, respectivamente.

Os tipos de adubos aplicados na primeira cobertura diferiram-se apenas para o número de frutos por planta (Figura 5A) e diâmetro longitudinal médio do fruto

(Figura 5B), sendo que, o fertilizante organomineral mostrou-se superior ao fertilizante mineral.

Figura 5. Número de frutos por planta (A) Diâmetro médio longitudinal de frutos (B) de tomateiro industrial sob adubação mineral e organomineral aplicada em cobertura

Essas repostas corroboram com os resultados encontrados por Rabelo (2015) em estudo com tomateiro industrial. Aumento da atividade de enzimas antioxidantes na fruta também ocorre em

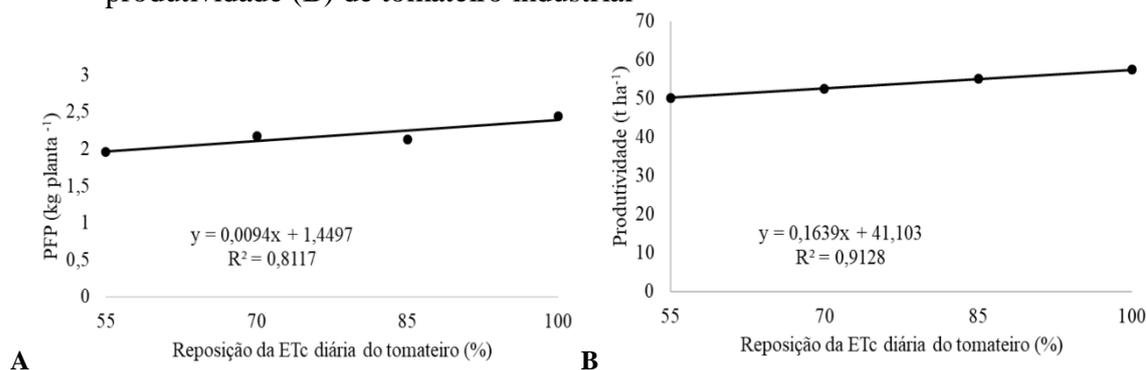
plantas recebendo aplicação de fertilizante organomineral (RADY, 2012). Nesse contexto, pode-se ressaltar que a aplicação de fertilizantes organominerais promove uma maior eficiência quando comparados

com fertilizantes minerais. Essa eficiência pode ser atribuída à compensação de alguns nutrientes essenciais pela inclusão da matéria orgânica no adubo, como, por exemplo, cobre e boro, que podem estar ausentes nos adubos inorgânicos, suprindo mais satisfatoriamente as plantas de suas

necessidades nutricionais (ANDRADE et al., 2012).

A produção de frutos por planta (kg planta^{-1}) e a produtividade (t ha^{-1}) aumentaram linearmente com o incremento do % de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) (Figura 6).

Figura 6. Influência de lâminas de reposição da ETc sobre a produção de frutos planta^{-1} (A) e produtividade (B) de tomateiro industrial

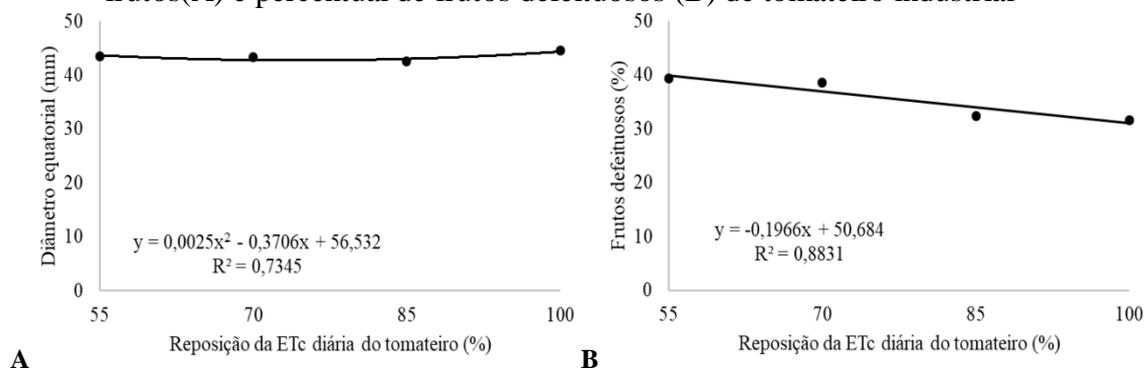


Segundo Agbana et al. (2017), o aumento da irrigação entre 50 – 100% da evapotranspiração em solo condicionado promoveu maior número de frutos e produtividade. Djurovic et al. (2016), por sua vez, relataram que a irrigação deficitária limitou a produtividade. Du et al. (2017) ressaltaram que a melhor produtividade na cultura do tomateiro consistiu na aplicação

da lâmina de irrigação igual a 75% da evapotranspiração.

O incremento do % de reposição da ETc para o diâmetro equatorial médio (Figura 7A) e o percentual de frutos defeituosos (mal formados, rachados e podres) reduziu linearmente com acréscimos na reposição da evapotranspiração diária do tomateiro (Figura 7B).

Figura 7. Influência de lâminas de reposição da ETc sobre o diâmetro equatorial médio dos frutos(A) e percentual de frutos defeituosos (B) de tomateiro industrial



El-Mageed e Semida (2015) verificaram que, em pepino (*Cucumis sativus* L.), o peso fresco de frutas, número,

comprimento e rendimento são maiores quando a irrigação repõe 100% da evapotranspiração diária da cultura. A causa

disso é que a água, para as hortaliças de modo geral, além de atuar nas reações bioquímicas do crescimento e desenvolvimento da planta, integra fisicamente o fruto, contribuindo para o seu peso, determinando alterações na produção por unidade de área (RESTREPO-DÍAZ; MELGAR; LOMBARDINI, 2010).

De modo geral, os vegetais que sofrem restrição hídrica apresentam essas características devido a menor turgescência celular, que desfavorece expansão e divisão celular. Além disso, em condições restrição hídrica, ocorre menor translocação de Ca e B via xilema para às paredes celulares e, como consequência disso, há má formação e falta de resistência aos fatores exógenos (KERBAUY, 2008). Isso demonstra que para o tomateiro industrial, cultivado nas condições do presente estudo, a reposição da máxima ET_C contribui para o aumento da produção de frutos, podendo aumentar a eficiência no uso da água, bem como dos insumos ofertados, o que é desejável.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) reduziu linearmente com acréscimos da taxa de reposição da evapotranspiração. Essa redução não esteve correlacionada com o aumento da produção de frutos por unidade de área. Resultados contraditórios aos deste estudo para a correlação entre o teor de SST e produção de frutos são apresentados por Marouelli e Silva (2007). A ausência de correlação entre essas variáveis evidencia que a alteração promovida pelo percentual de reposição da evapotranspiração diária sobre o teor de SST não teve a mesma magnitude que a alteração ocasionada na produção, fazendo com que não ocorresse associação entre elas. Assim, pode-se inferir que a redução observada no teor de SST pelo menor potencial osmótico nos frutos em detrimento do maior teor de água ocorreu em menor escala que o aumento da produção de frutos por unidade de área.

Quando se trata de qualidade de frutos, a irrigação deficitária durante a fase

de maturação é considerada como uma abordagem alternativa para aumentar o conteúdo de sólidos solúveis, minimizando as perdas de rendimento (JOHNSTONE et al., 2005). Resultados semelhantes foram observados neste estudo onde a reposição deficitária da taxa de evapotranspiração do tomateiro promoveu maiores valores para a concentração de SST. Esse fenômeno poderia ser explicado como sendo uma resposta diferenciada entre frutos verdes e maduros à umidade do solo, como observado por Johnstone et al. (2005) e Patanè e Cosentino (2010).

As correlações lineares entre as variáveis estudadas são apresentadas na tabela 4. Observou-se que acréscimos no número de frutos por planta (NFPL) reduziram a produtividade de frutos por unidade de área ($r = -0,41$). A causa disso decorreu do fato de que o acréscimo no NPFL trouxe consigo incrementos na massa de frutos defeituosos (MFDHA, $r = 0,6418$), resultando em uma menor produção de frutos comercializáveis e, conseqüentemente, menor produtividade. Em adição, verificou-se que a produção de frutos por planta (PFP) foi potencializada pelo maior NFPL ($r = 0,81$), indicando que as plantas conseguiram produzir mais frutos e disponibilizar fotoassimilados para seu crescimento de forma a aumentar o rendimento por planta. Contudo, esse incremento na PFP não mostrou ser vantajosa, pois, a MFDHA também aumentou o que implicou em redução na produtividade ($r = 0,52$). O incremento no número de frutos por planta aumenta a competição entre os drenos para absorção de compostos orgânicos (KERBAUY, 2008), podendo acarretar em distúrbios fisiológicos por deficiências nutricionais como a podridão apical e rachaduras, em caso de insuficiência de B e Ca.

Outra implicação do incremento do número de frutos por planta é redução no espaço por unidade de planta para crescimento dos frutos, fazendo com que

estes se sobreponham e cresçam com formato irregular, caracterizando-se como frutos defeituosos. Além disso, ocorre redução na área livre para circulação de ar, impondo restrição para a transpiração dos frutos, aumentando a umidade relativa do ar por unidade de planta e o teor de água livre

na folha que favorecem a maioria das doenças das plantas, especialmente àquelas que acometem os frutos (MAROUELLI et al., 2011). O somatório dessas ações culmina em maior rendimento de MFDHA, reduzindo a produção comercial de tomate.

Tabela 4. Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis número de frutos por planta (NFPL), produtividade, produção de frutos planta⁻¹(PFP), percentual de frutos defeituosos (PFDEF), massa fresca frutos defeituosos t ha⁻¹(MFDHA), percentual de podridão mole nos frutos (PPM), percentual de lóculos abertos (PLA), percentual de escaldadura nos frutos (PESCALD), percentual de broca grande nos frutos (PBG), percentual de podridão apical nos frutos (PPAPIC), diâmetro longitudinal médio (DLM), diâmetro equatorial médio (DEM), sólidos solúveis totais (SST), massa fresca de frutos (MF), massa seca de frutos (MS) do tomateiro para processamento. Ceres - GO, 2016.

VARIÁVEIS	NFPL	Produtividade	PFP	PFDEF	MFDHA	PPM	PLA
NFPL	1	-0,41	0,81	0,13	0,64	0,16	-0,01
Produtividade	*	1	0,18	-0,36	-0,23	-0,33	-0,20
PFP	**	ns	1	-0,11	0,52	-0,06	-0,12
PFDEF	ns	*	ns	1	0,74	0,86	0,21
MFDHA	**	ns	**	**	1	0,66	0,16
PPM	ns	ns	ns	**	**	1	0,21
PLA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1
PESCALD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBG	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PPAPIC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DLM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DEM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SST	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MF	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MS	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tabela 4. Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis número de frutos por planta (NFPL), produtividade, produção de frutos planta⁻¹(PFP), percentual de frutos defeituosos (PFDEF), massa fresca frutos defeituosos t ha⁻¹(MFDHA), percentual de podridão mole nos frutos (PPM), percentual de lóculos abertos (PLA), percentual de escaldadura nos frutos (PESCALD), percentual de broca grande nos frutos (PBG), percentual de podridão apical nos frutos (PPAPIC), diâmetro longitudinal médio (DLM), diâmetro equatorial médio (DEM), sólidos solúveis totais (SST), massa fresca de frutos (MF), massa seca de frutos (MS) do tomateiro para processamento. Ceres - GO, 2016. (continuação)

VARIÁVEIS	PESCALD	PBG	PPAPIC	DLM	DEM	SST	MF	MS
NFPL	-0,04	-0,19	-0,10	-0,07	0,10	0,02	0,16	0,11
Produtividade	0,18	-0,06	0,06	-0,01	0,03	-0,14	0,06	-0,05
PFP	0,08	-0,27	-0,04	-0,08	0,11	-0,10	0,18	0,11
PFDEF	0,04	0,20	0,18	0,15	0,01	0,09	0,01	0,08
MFDHA	0,00	-0,03	0,14	-0,00	-0,02	0,06	0,02	0,07
PPM	0,05	-0,11	-0,22	0,25	0,06	0,07	0,18	0,06
PLA	0,06	0,02	-0,16	0,13	-0,08	0,11	-0,05	0,24
PESCALD	1	-0,19	-0,35	0,32	0,17	-0,04	0,26	0,23
PBG	ns	1	0,18	-0,28	-0,08	0,21	-0,21	-0,18
PPAPIC	*	ns	1	-0,23	-0,19	-0,17	-0,36	-0,07
DLM	ns	ns	ns	1	0,51	-0,09	0,70	0,68
DEM	ns	ns	ns	**	1	-0,28	0,85	0,36
SST	ns	ns	ns	ns	ns	1	-0,15	0,04
MF	ns	ns	*	**	**	ns	1	0,47
MS	ns	ns	ns	**	*	ns	**	1

**, * equivalem à significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns= não significativo.

6 CONCLUSÕES

A lâmina de 55% da evapotranspiração diária do tomateiro proporcionou maiores teores de sólidos solúveis totais.

A lâmina de 100% da evapotranspiração diária do tomateiro proporcionou maior produção de frutos por planta e produtividade.

O fertilizante organomineral mostrou-se superior ao fertilizante mineral

para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule, número de frutos por planta e diâmetro longitudinal médio do fruto, bem como, possibilitou a contínua emissão de ramos laterais, independente da lâmina de irrigação utilizada.

Recomenda-se a lâmina de 100% da evapotranspiração diária do tomateiro e a utilização do fertilizante organomineral para obter maior produção de frutos por planta e produtividade.

7 REFERÊNCIAS

AGBANA, G. H. D.; DONGLI, S.; ZHIPENG, L.; ELSHAIKH, N. A.; GUANGCHENG, S.; TIMM, L. C. Effects of deficit irrigation and biochar addition on the growth, yield and quality of tomato. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 222, p. 90-101, 2017.

ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S.; SILVA, N. S.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; FURTADO, G. F. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 7-11, 2012.

BATTILANI, A.; PIVA, A.; DADOMO, M. Evaluation of the decision support system for irrigation scheduling of processing tomato adopted in the Emilia-Romagna region. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 84, n. 487, p. 507-511, 1999.

DJUROVIC, N.; COSIC, M.; STRICEVIC, R.; SAVIC, S.; DOMAZET, M. Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of tomato. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 201, p. 271-278, 2016.

DU, Y.; CAO, H.; LIU, S.; GU, X.; CAO, Y. Response of yield, quality, water and nitrogen use efficiency of tomato to different levels of water and nitrogen under drip irrigation in Northwestern China. **Journal of Integrative Agriculture**, Amsterdam, v. 16, n. 5, p. 1153-1161, 2017.

EL-MAGEED, T. A. A.; SEMIDA, W. M. Organo mineral fertilizer can mitigate water stress for cucumber production (*Cucumis sativus* L.). **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 159, p. 1-10, 2015.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

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

KALBANI, F. O. S. A.; SALEM, M. A.; CHERUTH, A. J.; KURUP, S. S.; SENTHILKUMAR A. Effect of some organic fertilizers on growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum*). **International Letters of Natural Sciences**, Cairo, v. 53, p. 1-9, 2016.

JOHNSTONE, P. R.; HARTZ, T. K.; LESTRANGE, M.; NUNEZ, J. J.; MIYAO, E. M. Managing fruit soluble solids with late-season deficit irrigation in drip-irrigated processing tomato production. **HortScience**, Virgínia, v. 40, p. 1857-1861, 2005.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2008.

KHAN, H. R.; PAULL, J. G.; SIDDIQUE, K. H. M.; STODDARD, F. L. Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 115, p. 279-286, 2010.

- KOETZ, M.; MASCA, M. G. C. C.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; GOMES FILHO, R. R. Caracterização agronômica e °Brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 14-22, 2010.
- MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, Maringá, v. 11, n. 5, p. 501-512, 2017.
- MAROUELLI, W. A.; MEDEIROS, M. A.; SOUZA, R. F.; RESENDE, F. V. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e consorciado com coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 429-434, 2011.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in central Brazil. **Irrigation Science**, Berlim, v. 25, p. 411-418, 2007.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Manejo da irrigação em hortaliças. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 72 p.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 9, p. 1531-537, 1991.
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 109-142.
- PATANÈ, C.; COSENTINO, S. L. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, p. 131-138, 2010.
- RABELO, C. C. K. **Fertilizante organomineral e mineral**: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- RADY, M. M. A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. **South African Journal of Botany**, Pietermaritzburg, v. 81, p. 8-14, 2012.
- RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R.; SCHEDESKI, L. S.; AMADEU, C. A.; BORSATO, A. V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 415-422, 2009.
- RESTREPO-DÍAZ, H.; MELGAR, J. C.; LOMBARDINI, L. Ecophysiology of horticultural crops : an overview. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 28, n. 1, p. 71-79, 2010.
- SILVA, J. A.; DUTRA, A. F.; CAVALCANTI, N. M. S.; MELO, A. S.; SILVA, F. G.; SILVA, J. M. Aspectos agronômicos do tomateiro “Caline Ipa 6” cultivado sob regimes

hídricos em área do semiárido. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 336-344, set./dez. 2014.

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**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T.; SÁ, F. V. S. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, p. 210-217, 2011.

SWAEF, T.; STEPPE, K. Linking stem diameter variations to sap flow, turgor and water potential in tomato. **Functional Plant Biology**, Victória, v. 37, p. 429-438, 2010.