

NECESSIDADES HÍDRICAS DO TOMATEIRO INDUSTRIAL IRRIGADO POR GOTEJAMENTO ENTERRADO PARA AS CONDIÇÕES DE CERRADO DE GOIÁS

CÍCERO JOSÉ DA SILVA¹; CÉSAR ANTÔNIO DA SILVA¹; NADSON DE CARVALHO PONTES¹; LUIZ FELIPE MARIANO DA SILVA²; DENISE D' ANGELO FREITAS² E ÊNIO EDUARDO BASÍLIO³

¹Professor do Curso Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, BR 153, Km 633, Zonal Rural, CEP;75650-000, Morrinhos – GO, Brasil. E-mail: cicero.silva@ifgoiano.edu.br; cesar.antonio@ifgoiano.edu.br; nadson.pontes@ifgoiano.edu.br

²Estudante de Iniciação Científica do Curso Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, BR 153, Km 633, Zonal Rural, CEP;75650-000, Morrinhos – GO, Brasil. E-mail: luizfelipeagroif@outlook.com; ddfreitas11@hotmail.com

³Técnico Administrativo, Mestre em Olericultura, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, BR 153, Km 633, Zonal Rural, CEP;75650-000, Morrinhos – GO, Brasil. E-mail: enio.basilio@ifgoiano.edu.br

1 RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi determinar as necessidades hídricas e o coeficiente de cultivo do tomateiro para processamento industrial irrigado por gotejamento enterrado em área de Cerrado de Goiás. A pesquisa foi conduzida durante dois anos no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, Goiás, situada a 885 metros de altitude, 17°49'19" de latitude Sul e 49°12'11" de longitude Oeste. A evapotranspiração da cultura foi determinada utilizando-se cinco minilísímetros de pesagem cultivados com uma planta cada. O coeficiente de cultivo foi estimado através da razão entre a evapotranspiração da cultura de cada fase de desenvolvimento do híbrido e a evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman-Monteith. A demanda do tomateiro “híbrido BRS Sena” irrigado por gotejamento enterrado nas condições de Cerrado de Goiás foi de 490 e 427 mm nos dois anos de cultivo, respectivamente. As necessidades hídricas do “híbrido BRS Sena” variaram em função do ano de plantio e do seu desenvolvimento vegetativo e produtivo. Os coeficientes de cultivo médios estimados de dois anos de pesquisa para as condições de cultivo no Cerrado foram de 0,60-0,65 (0 – 10 dias após o transplântio); 0,88-1,00 (11 – 40 dias após o transplântio); 1,00-1,23 (41 – 70 dias após o transplântio); 1,07- 1,27 (71 – 97 dias após o transplântio) e; 0,71-0,83 (98 – 125 dias após o transplântio).

Palavras-chave: *Solanum lycopersicom* L., gotejamento subsuperficial, manejo da irrigação, coeficiente de cultivo

SILVA, C. J. da; SILVA, C. A. da; PONTES, N. de C.; SILVA, L. F. M. da; FREITAS, D. D. A.; BASÍLIO, Ê. E.

WATER REQUIREMENT OF INDUSTRIAL TOMATO IN SUBSURFACE DRIP IRRIGATION FOR THE CERRADO CONDITIONS, IN GOIAS, BRAZIL

2 ABSTRACT

The aim this research was to measure the water requirement and the crop coefficient of the industrial tomato, BRS Sena hybrid, irrigated by subsurface drip irrigation, in the Cerrado area of Goiás, Brazil. The research was conducted in two consecutive years, 2015 and 2016, in an Horticulture Experimental Area of the Federal Goiano Institute - Campus Morrinhos, Goiás, located at 885 meters of altitude, 17°49'19" south latitude and 49°12'11" west longitude. The crop evapotranspiration was measured using five weighing mini-lysimeters, cultivated with one plant each. The crop coefficient was estimated through the ratio between the crop evapotranspiration of each hybrid development stage and the reference evapotranspiration estimated by the Penman-Monteith equation. Under cultivation conditions, the tomato required a replacement the 490 and 427 mm of the crop evapotranspiration accumulated, in the two years, respectively. The water needs of the hybrid vary depending on the year of planting and also on the basis of its vegetative and productive development. The estimated average crop coefficients from two years of research for cropping conditions in the Cerrado were 0.60-0.65 (0 – 10 days after transplanting); 0.88-1.00 (11 - 40 days after transplantation); 1.00-1.23 (41 – 70 days after transplantation); 1.07-1.27 (71 – 97 days after transplanting) and; 0.71-0.83 (98 – 125 days after transplanting).

Keywords: *Solanum lycopersicom* L., subsurface drip irrigation, irrigation management, crop coefficient

3 INTRODUÇÃO

A água é um dos fatores que mais influenciam o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade industrial dos frutos de tomateiro. Tanto o excesso quanto o déficit hídrico prejudicam o desenvolvimento da cultura e a qualidade dos frutos de tomateiro para processamento industrial (NANGARE et al., 2016; SILVA et al., 2019).

O conhecimento da demanda hídrica do tomateiro para processamento industrial é fundamental para o planejamento e manejo da irrigação nas áreas de cultivo de Cerrado. A quantificação da lâmina de irrigação e evapotranspiração da cultura, requer o conhecimento de fatores meteorológicos, como a precipitação pluvial, temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar, velocidade do vento e das plantas, como o estágio fenológico, profundidade do sistema radicular, fisiologia de absorção e transferência de água para a atmosfera. Estes fatores devem

ser adotados com base em pesquisas locais para cada cultivar ou híbrido e não em práticas que tiveram sucesso em outras regiões (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013; SILVA et al., 2019; SILVA et al., 2020).

A evapotranspiração da cultura (ET_c) é um parâmetro fundamental no dimensionamento de sistemas de irrigação e no manejo de água nos cultivos (SILVA et al., 2019). O valor da ET_c geralmente é calculado em função do coeficiente de cultivo (K_c), onde os efeitos das condições meteorológicas são representados pela evapotranspiração de referência (ET_o) e as características do consumo de água do cultivo são representadas pelo coeficiente de cultivo (K_c) (ALLEN et al., 1998). Os valores do K_c variam com as condições de manejo e as características da cultura, ou seja, é um índice que expressa os efeitos morfológicos (área foliar), fisiológicos (intensidade metabólica) e fenológicos (fase de desenvolvimento) da cultura sobre o seu consumo de água. Para adequar o manejo de

irrigação às condições locais é necessário que os valores do Kc sejam estimados em cada local, para cada cultura e estação de cultivo (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013).

A lisimetria é uma das formas mais usuais e precisas para determinação da ETc e o Kc das culturas. Entretanto, geralmente os lisímetros são estruturas grandes, com áreas de superfície maior que 2 m², estacionários e de alto custo, o que dificulta a sua utilização. Uma alternativa é a utilização de lisímetros portáteis de pequeno porte, como os utilizados por Grimmond, Isard e Belding (1992), Waugh et al. (1991), Misra, Padhi e Payero (2011), Gervásio e Melo Junior (2014) e Vilela et al. (2015), nos quais conseguiram resultados efetivos, precisos e confiáveis de ETc.

A utilização de minilísímetros na determinação das necessidades hídricas de tomateiro já vem sendo utilizada, como em pesquisa realizada por Reis, Souza e Azevedo (2009), utilizando lisímetros de pequenas dimensões (1,0 x 1,0 x 0,7 m) em ambiente protegido em Rio Largo – AL, com tomateiro caqui, onde verificaram alta correlação entre a ETc calculada pela média de quatro lisímetros e a ETc estimada pela equação de Penman-Monteith com dados meteorológicos medidos dentro da estufa. Em Campinas - SP, testando a frequência de irrigação no tomateiro Sahel, sob ambiente protegido, Pires et al. (2009) utilizaram pequenos lisímetros de pesagem com capacidade de 50 kg, sendo a variação de massa medida em balança de precisão de 0,01 kg, para cálculo da ETc e monitoramento da irrigação.

Na literatura são encontrados diversos valores do Kc para a cultura do tomateiro, como os estabelecidos por Doorenbos e Pruitt (1977), Allen et al. (1998), Marouelli, Silva e Oliveira (1991), Marouelli, Silva e Silva (1996), Marouelli e Silva (2002), Santana et al. (2011) e Marouelli, Silva e Silva (2012). Entretanto,

são escassas as pesquisas para determinação do Kc do tomateiro industrial irrigado por gotejamento subsuperficial, em áreas de Cerrado.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi determinar as necessidades hídricas e o coeficiente de cultivo do tomateiro para processamento industrial irrigado por gotejamento enterrado, nas condições edafoclimáticas de Cerrado, em Goiás.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em dois anos consecutivos, de junho a outubro de 2015 e maio a setembro de 2016, na Área Experimental de Horticultura do Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos Goiás, situada a 885 metros de altitude, 17°49'19" de latitude Sul e 49°12'11" de longitude Oeste, por um período de 125 dias de cultivo em cada experimento. A classificação climática do município, de acordo com Köppen (1948) enquadra-se no tipo AW, tropical semiúmido, com verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média anual de 23,3°C e precipitação média anual de 1346 mm.

Durante a condução dos experimentos as variáveis meteorológicas foram monitoradas por uma estação automática, localizada a cerca de 300 metros da área experimental. A máxima velocidade média do vento diária (VV) registrada foi de 3,28 m s⁻¹ aos 89 DAT e 3,5 m s⁻¹ aos 102 DAT, em 2015 e 2016, respectivamente (Figuras 1 e 2). Durante o período experimental de 2015 a temperatura média (TMed) foi de 22,92°C, ocorreram 86 mm de precipitação, dos quais, 30,6 mm até 40 DAT e 55,4 mm na fase final do experimento. Já em 2016, a TMed foi de 22,54°C, ocorreram 27,6 mm de precipitação, dos quais, 13 mm ocorreram até 25 DAT e 14,6 mm nos 30 dias finais do experimento. Em geral, as maiores temperaturas coincidiram com os maiores

picos de radiação solar global (Rg), que foi aumentando ao longo da condução de ambos os experimentos (inverno - primavera) (Figuras 1 e 2).

Os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) não foram contabilizados nos dias em que ocorreram chuvas, em função da dificuldade de estimar o volume de chuva efetiva sobre os minilímetros. A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pela equação Penman-Monteith parametrizada por Allen et al. (1998),

utilizando planilha desenvolvida para este fim no Microsoft Excel®. Os valores máximos da ETo calculados pela equação de Penman Monteith coincidiram com os valores máximos de Rg. A ETo máxima calculada foi de 5,54 mm dia⁻¹ e 6,03 mm dia⁻¹ aos 125 DAT em 2015 e 121 DAT em 2016, respectivamente. Durante os 125 dias de condução dos experimentos, a ETo acumulada foi de 474,06 mm em 2015 e 492,24 mm em 2016 (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Valores de precipitação (PP), radiação solar global (Rg), velocidade do vento (VV), temperatura média (TMéd) e evapotranspiração de referência (ETo) durante a condução do experimento (01/06/2015 a 03/10/2015), em Morrinhos – GO

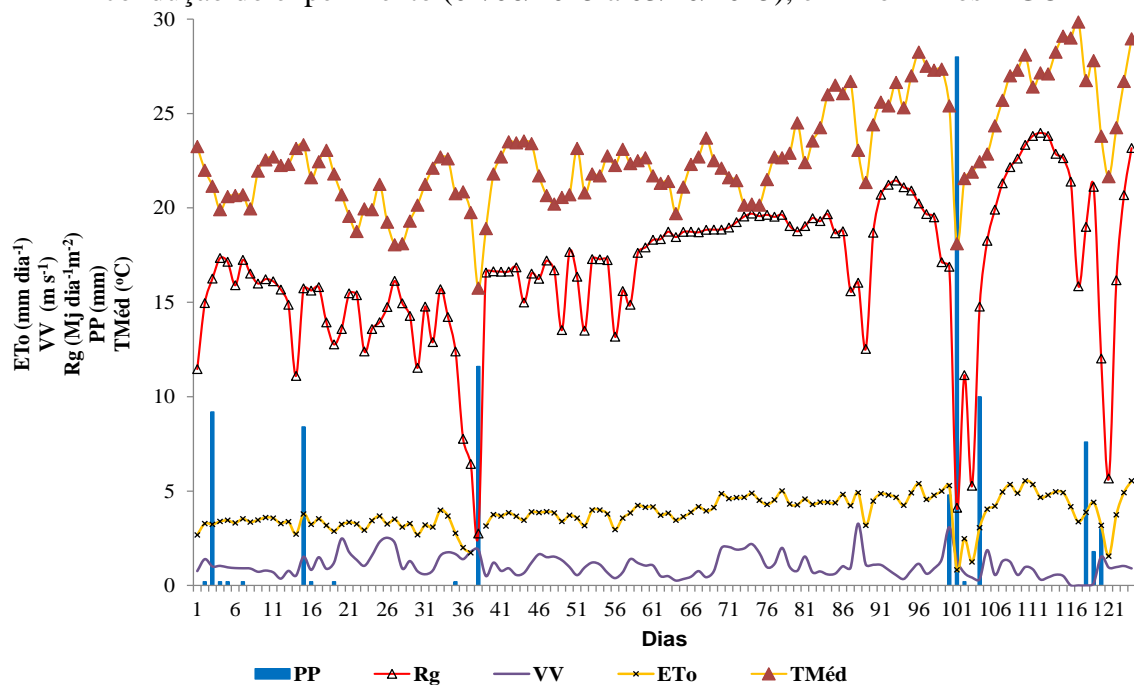
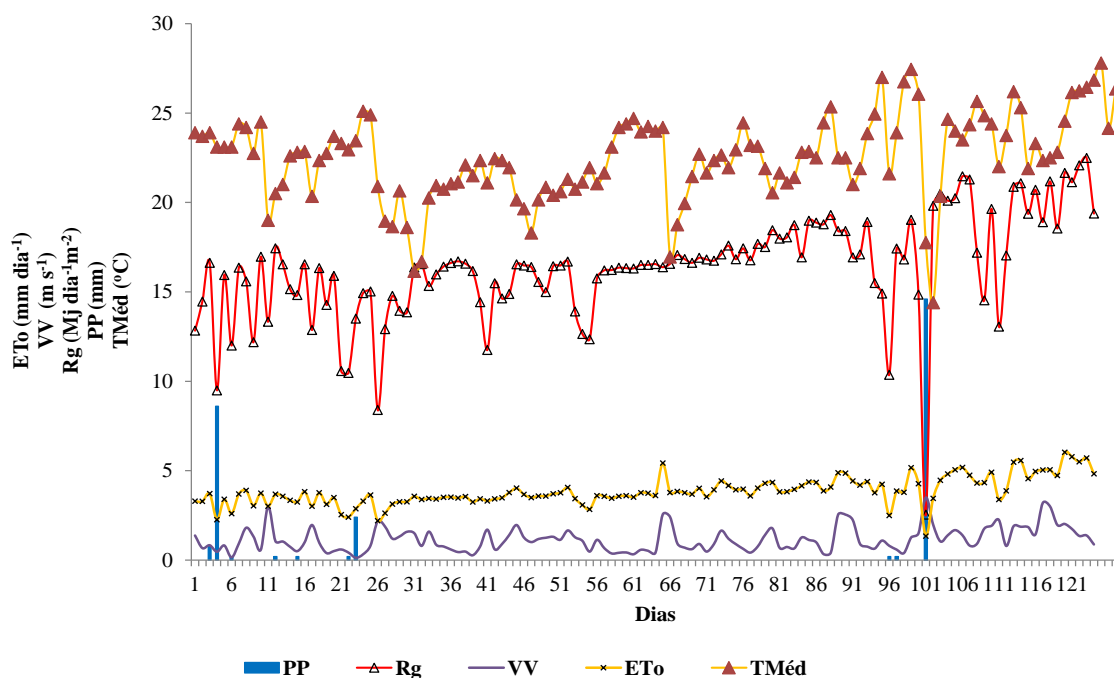


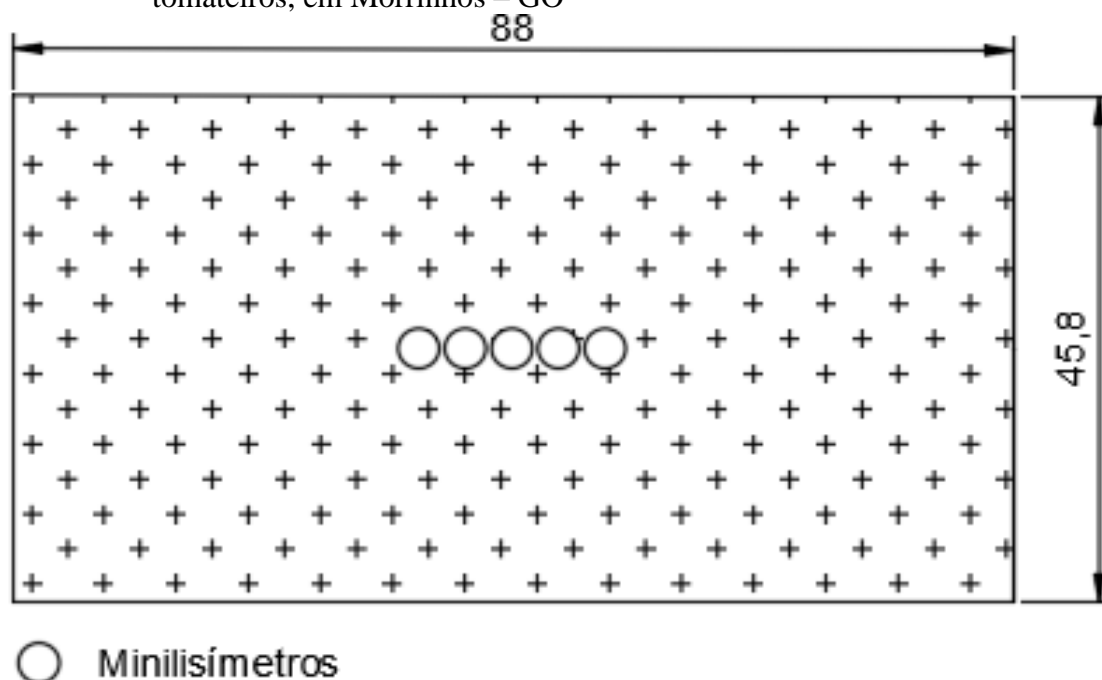
Figura 2. Valores de precipitação (PP), radiação solar global (Rg), velocidade do vento (VV), temperatura média (TMéd) e evapotranspiração de referência (ETo) durante a condução do experimento (13/05/2016 a 16/09/2016), em Morrinhos – GO



As necessidades hídricas do tomateiro foram determinadas utilizando-se cinco plantas cultivadas em cinco minilicímetros de polipropileno de 52 litros e diâmetro da borda superior de 32,5 cm. Os minilicímetros foram instalados no centro de uma área experimental com cultivo de

tomateiro para processamento industrial de aproximadamente 0,4 ha. Na condução de ambos os experimentos, utilizaram-se mudas comerciais de tomateiro industrial de crescimento determinado, “híbrido BRS Sena” (Figura 03).

Figura 03. Croqui de localização dos minilísímetros dentro da área experimental com tomateiros, em Morrinhos – GO



Os minilísímetros foram perfurados na base, para drenagem de água. Em cada um, foram realizados 13 furos uniformes, com broca de 1/2 polegada, na mesma posição da base. Após perfuração, instalou-se um gotejador no centro de cada minilísímetro à profundidade de 20 cm, mesma profundidade do gotejador subsuperficial instalado na área experimental. O gotejador foi instalado por meio de furos nas laterais dos minilísímetros, com diâmetro suficiente para passagem do tubogotejador, metodologia também utilizada por Silva et al. (2014) em pinhão manso.

Para evitar perda de água, foi realizada a vedação entre a parede do vaso e o tubo gotejador, com a utilização de cola (Araldite®). A ligação do gotejador do minilísímetro com o sistema de irrigação do experimento foi realizada através de uma união com rosca para tubos de polietileno de baixa densidade. Para a precisa reposição de água em todos os minilísímetros, realizou teste de vazão de cada gotejador após de instalados, fazendo-se cinco repetições com

tempo de coleta de 10 minutos, à pressão de operação de 150 kPa.

Posteriormente, a base interna inferior dos recipientes foi revestida com manta geotêxtil bidim®, seguida de uma pequena camada de brita zero, areia média peneirada, para evitar perdas de solo durante a saturação e condução do experimento. Só após este procedimento, os minilísímetros foram cheios com o solo, seco ao ar, da camada de 0 - 15 cm da área experimental de tomateiro para processamento industrial, após a aplicação de calcário. Inicialmente, determinou-se a massa do recipiente mais o tubo gotejador, massa da manta geotêxtil, massa de brita, massa de areia e a massa do solo de cada vaso, sendo que cada minilísímetro ficou com a mesma massa de brita, areia e solo (Tabela 1). À medida que camadas de 5,0 cm de solo eram acrescentadas dentro dos lisímetros, eram feitas pesagens e leves compactações, sendo o solo colocado até o nível de 2 cm da borda superior dos recipientes. Na pesquisa de 2016, utilizaram-se os mesmos lisímetros e o mesmo solo da primeira pesquisa.

Tabela 1. Dados provenientes dos minilísímetros e da determinação da umidade na “capacidade de campo”, em Morrinhos – GO

Minilísi metro	MLG	MLGB	MLGBA	MLGBAS	MS	M _{θcc}	Ma	U _{cc}	Θ _{cc}
	kg					(g g ⁻¹)			(cm ³ cm ⁻³)
1	1,82	3,82	4,82	54,82	50	64,08	14,08	0,28	0,33
2	1,84	3,84	4,84	54,84	50	64,18	14,18	0,28	0,33
3	1,78	3,78	4,78	54,78	50	63,70	13,70	0,27	0,32
4	1,84	3,84	4,84	54,84	50	65,12	15,12	0,30	0,35
5	1,84	3,84	4,84	54,84	50	64,94	14,94	0,30	0,35

MLG – massa do lisímetro mais gotejador (kg); MLGB – massa do lisímetro + gotejador + manta geotextil + brita; MLGBA – massa do lisímetro + gotejador + manta geotextil + brita + areia; MLGBAS – massa do lisímetro + gotejador + manta geotextil; + bidim + brita + areia + solo; MS – massa de solo na umidade natural (kg); M_{θcc} – massa do lisímetro + gotejador + manta geotextil + brita + areia + solo + massa da muda, em capacidade de campo; Ma – Massa de água (g); U_{cc} – umidade com base em massa na capacidade de campo (g g⁻¹); Θ_{cc} – umidade na capacidade de campo com base em volume (cm³ cm⁻³); D – diâmetro do lisímetro (cm);

Cinco dias antes do transplante das mudas, os minilísímetros foram colocados por 24 horas num recipiente com lâmina d’água para saturação do solo por ascensão capilar. Em seguida, os mesmos foram colocados para drenagem sobre estrados de madeira e a superfície superior vedada com filme plástico impedindo evaporação. Após 96 horas atingiram massa constante e não havia mais drenagem na base, considerando-se, assim, os lisímetros na capacidade de campo. Esse procedimento também foi utilizado por Casaroli e Jong Van Lier (2008) e Silva et al. (2016), em determinação da umidade do solo na “capacidade de campo em vasos”.

Conhecendo a massa específica do solo ($\rho = 1,18 \text{ g cm}^{-3}$) na camada de 0 a 15 cm, a massa do solo seco ao ar (MS) na umidade natural e a massa de água (MA), determinou-se, conforme descrito por Libardi (2005) (Equação 01), a umidade na capacidade de campo dos minilísímetros, com base em volume ($\Theta_{cc} \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) (Tabela 1). De forma geral, os valores de Θ_{cc} dos minilísímetros ficaram muito próximos do valor de Θ_{cc} determinados pela equação de Van Genuchten, com dados da curva de retenção de água no solo da camada de 0 a 15 cm, onde a umidade na capacidade de campo foi de $0,36 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (-10 kPa).

$$\theta_{cc} = \frac{\rho}{\rho_a} \cdot U_{cc} \quad \therefore \quad \theta_{cc} = \frac{\rho}{\rho_a} \cdot \frac{M_a}{M_s} \quad (01)$$

Em que: θ_{cc} é o teor de umidade na “capacidade de campo em recipientes”, com base em volume (cm³ cm⁻³); ρ_a é a massa específica da água (1,0 g cm⁻³); U_{cc} é o teor de umidade na “capacidade de campo”, com base em massa de solo seco (g g⁻¹); e, M_a e M_s são as massas de água e de substrato seco nos recipientes, respectivamente (g).

O cálculo da ET_c (Equação 02) foi realizado em função da massa média de cinco minilísímetros na umidade de capacidade de campo (M_{θcc}) e dos minilísímetros na umidade atual (M_{θa}), cultivados com uma planta de tomateiro em cada lisímetro. As determinações da ET_c nos lisímetros foram realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras ao longo do período de condução das pesquisas. Quando ocorreram chuvas que elevaram os minilísímetros à massa de capacidade de campo, as irrigações não foram realizadas e os dados de ET_c não contabilizados.

$$ET_c = \frac{40 \cdot (M_{\theta_{cc}} - M_{\theta_a})}{\rho_a \cdot \pi \cdot D^2} \quad (02)$$

Em que: ET_c é a evapotranspiração das plantas (mm); M_{θcc} é a massa do

minilísímetro + planta + solo na umidade de “capacidade de campo” (g); $M_{\theta a}$ é a massa média, de cinco repetições, do minilísímetro + muda + solo na umidade atual (g); ρ_a é a massa específica da água (considerou-se $1,0 \text{ g cm}^{-3}$); e D é o diâmetro da borda do recipiente, na altura do solo (cm).

Os minilísímetros utilizados na determinação da ET_c foram mantidos dentro de trincheiras abertas no solo no centro da área experimental, de forma que sua borda superior ficasse no mesmo nível da superfície do solo. As paredes das trincheiras foram revestidas com tabuas de madeira para evitar o desmoronamento de solo. Os minilísímetros eram retirados das trincheiras somente durante os procedimentos de pesagem em balança, para evitar que suas paredes ficassem expostas a radiação solar, ao vento e possibilitassem superestimativas dos valores da ET_c .

As medidas de massa ($M_{\theta cc}$ e $M_{\theta a}$) foram realizadas por meio de balança com capacidade de 100 kg e precisão de 0,01 kg. Após a pesagem, os minilísímetros eram novamente irrigados até à umidade na capacidade de campo. Posteriormente, eram colocados novamente dentro da trincheira, onde permaneciam até a próxima irrigação. A reposição de irrigação nos minilísímetros foi realizada subsuperficialmente, como no campo, usando um gotejador subsuperficial instalado a 20 cm de profundidade nos minilísímetros.

A adubação das plantas dos minilísímetros seguiu a mesma recomendação para a cultura da área experimental no entorno. A adubação de plantio foi realizada a 15 cm de profundidade, proporcional à adubação de uma planta da área experimental, conforme as análises de solo, visando produtividade esperada de 130 t ha^{-1} (CFSGO, 1988). Houve necessidade de calagem apenas em 2015, aplicada a lanço, aos 51 dias antes do transplantio. Nos dois anos de pesquisa, a adubação de base foi realizada a cerca de 15

cm de profundidade imediatamente antes do transplantio das mudas, e a de cobertura foi realizada via fertirrigação, sendo metade aplicada aos 22 dias após o transplantio (DAT) (Ureia e Cloreto de Potássio – fertirrigação) e os outros 50% aos 35 DAT (Nitrato de Cálcio e Cloreto de Potássio – fertirrigação), quando também procedeu-se a fertirrigação da área experimental.

O manejo fitossanitário foi realizado conforme as recomendações para a cultura na região, visando deixar a cultura livre de plantas daninhas, pragas e doenças, para que pudesse expressar seu máximo potencial de desenvolvimento, crescimento e produtividade. As aplicações para controle de pragas e doenças foram realizadas de forma preventiva, semanalmente, alternando produtos de princípios ativos e modo de ação diferentes, em cada fase de desenvolvimento da cultura, objetivando a cultura expressar o seu máximo potencial produtivo.

O coeficiente de cultivo (K_c) foi determinado em cinco fases da cultura: inicial (0 – 10 DAT); fase vegetativo (11 – 40 DAT); florescimento (41 – 70 DAT); frutificação (71 – 97 DAT); e maturação (98 – 125 DAT). A estimativa do K_c foi realizada através de análise de correlação entre a ET_c média dos 5 minilísímetros para cada período de desenvolvimento do híbrido e a E_{to} calculada pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO, correspondente a este período, considerando os dois anos de pesquisa (ALLEN et al., 1998).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

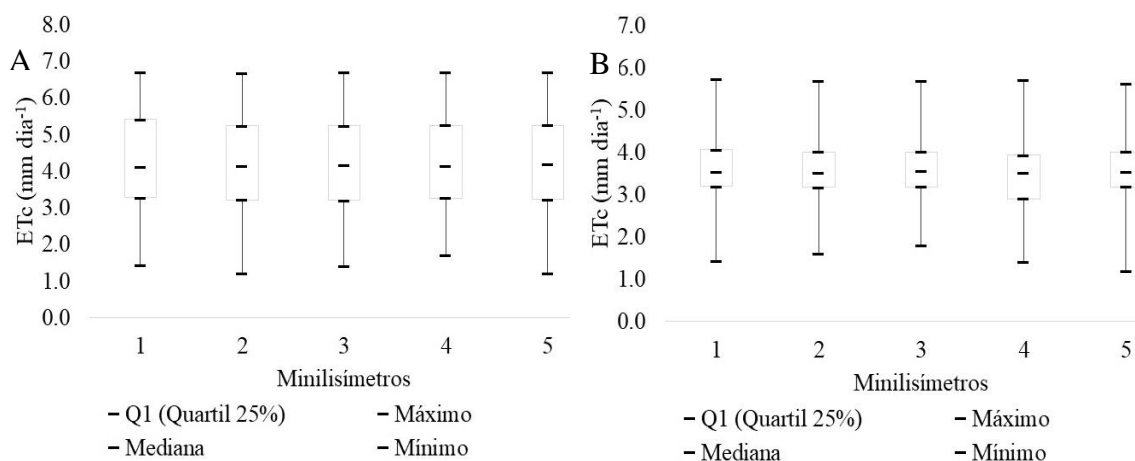
No primeiro ano de pesquisa, não foram observados sintomas típicos de begomovírus na cultura. Já no segundo ano, apesar da intensificação do controle da mosca branca, ocorreu forte pressão da praga no tomateiro, culminando em alta incidência de sintomas de virose causada por um

complexo de vírus do gênero begomovírus, com sintomas típicos de rugosidade, deformação, enrolamento foliar, diminuição da área foliar e conseqüentemente menor desenvolvimento vegetativo, absorção de água e nutrientes e menor produtividade pelas plantas (INOUE-NAGATA, 2005). Este fato explica o menor consumo hídrico e variação do K_c do tomateiro “híbrido BRS Sena” em 2016, ao se comparar com 2015.

Analisando a Figura 04, observou-se que a evapotranspiração da cultura (ETc) apresentou uma dispersão entre os minilísimetros, além da variabilidade temporal ao longo das fases de

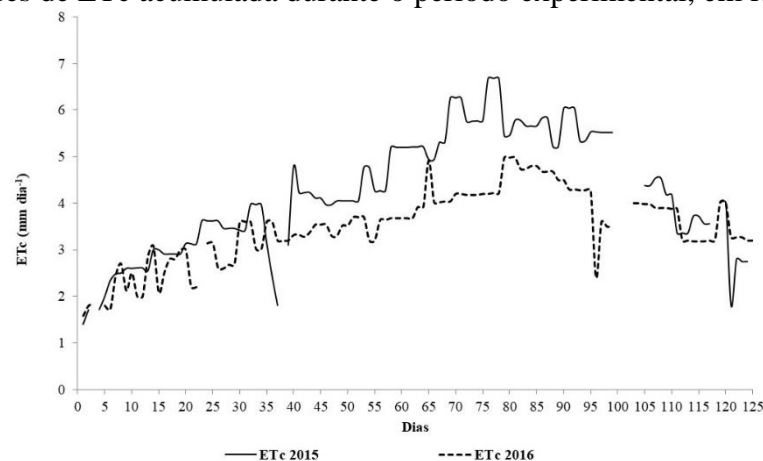
desenvolvimento do tomateiro. A dispersão dos dados da ETc, no terceiro e primeiro quartil, em gráfico de boxplot, foi de 2,13 e 0,87, 2,03 e 0,84, 2,04 e 0,83, 1,99 e 1,04 e 2,02 e 0,82, em 2015 e 2016, nos minilísimetros L1, L2, L3, L4 e L5, respectivamente. As maiores discrepâncias da ETc ocorreram nos minilísimetros L2 e L5 e em L1 e L5, respectivamente, em 2015 e 2016. As menores distâncias de quartis observadas no ano de 2016 em relação ao ano de 2015, evidenciam os menores valores de ETc do tomateiro no ano de 2016 (Figura 04).

Figura 04. Variações das ETc nos cinco minilísimetros em 2015 (A) e 2016 (B), em Morrinhos – GO



A ETc acumulada durante o ciclo da cultura foi de 490,23 e 426,92 mm, respectivamente, em 2015 e 2016 (Figura 5),

apesar da evapotranspiração de referência (ETo) em 2016 ter sido superior à de 2015 em aproximadamente 4%.

Figura 05. Valores de ETc acumulada durante o período experimental, em Morrinhos – GO

O menor consumo hídrico das plantas em 2016, certamente ocorreu devido ao menor desenvolvimento vegetativo e produtivo apresentado pela cultura, se comparado ao ano de 2015. Conforme já mencionado anteriormente, em 2016 ocorreu maior incidência da virose vira-cabeça e begomovírus. A manifestação dos sintomas das viroses provocou a redução do desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas (INOUE-NAGATA, 2005). O que evidencia que o desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas de tomateiro influenciou diretamente no consumo de água pela cultura. Fatos também evidenciados por Silva et al. (2019) e Silva et al. (2020), avaliando níveis de irrigação na produtividade e desenvolvimento vegetativo do tomateiro industrial “híbrido BRS Sena”, constataram que em anos de cultivo que ocorrem menores produtividade e desenvolvimento vegetativo da cultura, a demanda hídrica da cultura é menor.

Os resultados de certa forma são condizentes aos encontrados por Silva et al. (2018) em Morrinhos – GO, quando avaliaram a reposição hídrica em tomateiros para processamento industrial. Os autores registraram as maiores produtividades do

tomateiro “híbrido BRS Sena e Heinz 9992” com reposições da ETc de 692,20 e 418,43 mm ao longo do ciclo da cultura, sendo a ETc determinada por tanque classe A e Kc da FAO. Os resultados também corroboram aos encontrados por Basílio et al. (2019) em Morrinhos – GO, os quais avaliaram intervalos de irrigação, ETo estimada via tanque Classe A e Kc recomendados por Marouelli, Silva e Silva (1996). Os autores encontraram valores de ETc de 421 e 535 mm nos anos 2014 e 2015, respectivamente, para híbridos de tomateiro industrial “BRS Sena e Heinz 9992”.

Nos dois anos de pesquisa, os valores do Kc variaram proporcionalmente aos valores da ETc e ETo. A evapotranspiração das plantas de tomateiro aumentou ao longo do ciclo da cultura, até aproximadamente os 85 DAT, quando a partir de então começaram a diminuir até o momento da colheita. Na fase inicial da cultura (até os 25 DAT) a cultura consumiu menos água que a ETo, entretanto, dos 25 aos 100 DAT, a cultura consumiu mais água que a cultura de referência, quando a partir de então até a colheita, voltou a consumir menos água que a ETo, nos dois anos de pesquisa (Figuras 5 e 6).

Figura 5. Razão entre evapotranspiração da cultura (ETc), evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente de cultivo (Kc) ao longo do desenvolvimento das plantas de tomateiro (0 a 125 DAT em 2015), em Morrinhos – GO

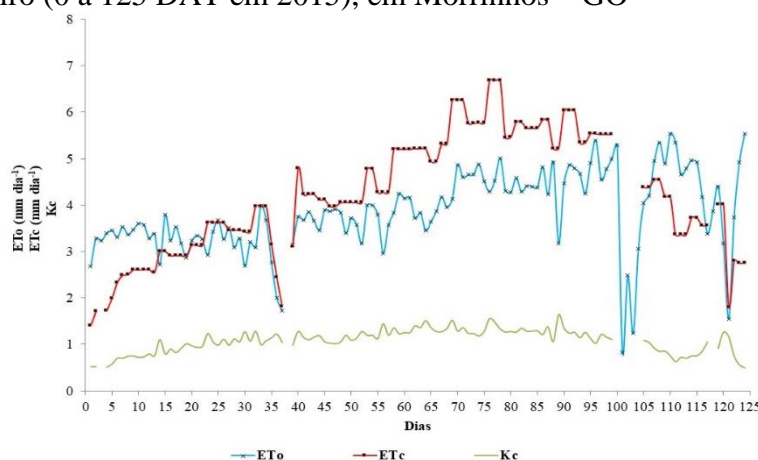
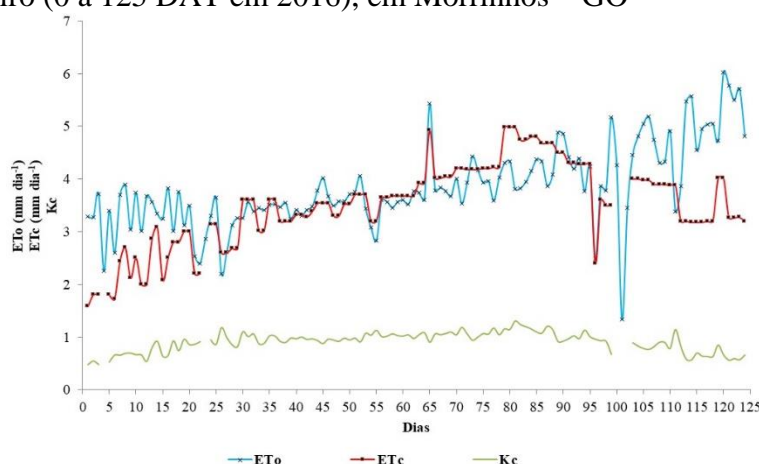


Figura 6. Razão entre evapotranspiração da cultura (ETc), evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente de cultivo (Kc) ao longo do desenvolvimento das plantas de tomateiro (0 a 125 DAT em 2016), em Morrinhos – GO



Os valores do Kc foram calculados pela razão entre os valores da ETc e ETo. Em 2015, os valores do Kc do tomateiro ficaram mais altos em relação ao ano de 2016. De forma geral, os valores do Kc foram

superiores aos recomendados por Doorenbos e Pruitt (1977), Santana et al. (2011) e Marouelli, Silva e Silva (2012) para a cultura do tomateiro (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de cultivo do ano de 2015, 2016 e coeficientes de cultivo encontrados na literatura, em Morrinhos – GO

Desenvolvimento da Cultura	Kc 2015	Kc 2016	Kc DP ²	Kc S ³	Kc MSS ⁴
0 - 10 DAT ¹ (inicial)	0,65	0,60	0,6	0,37	0,5
11 - 40 DAT (vegetativo)	1,00	0,88	0,85	0,72	0,4
41 - 70 DAT (florescimento)	1,23	1,00	1,15	1,03	1,0
71 - 97 DAT (frutificação)	1,27	1,07	0,9	1,1	1,0
98 - 125 DAT (maturação)	0,83	0,71	0,9	0,75	0,3

¹DAT – Dias Após o Transplante; ²DP - Doorenbos & Pruitt (1977); ³S - Santana et al. (2011); ⁴MSS - Marouelli; Silva; Silva (2012).

Os valores do Kc variaram de um ano para outro, em função das variações meteorológicas e principalmente devido ao desenvolvimento das plantas, que na segunda pesquisa foi inferior a primeira. Fato este corrobora com informações de Allen et al. (1998), que afirmam que o Kc varia principalmente em função das características do cultivo, variação do solo e uma pequena variação em função do clima. Os maiores valores do Kc encontrados, principalmente no primeiro experimento, quando comparados aos valores da literatura, podem estar relacionados às características do híbrido (BRS Sena), por possuir uma maior área foliar e índice de área foliar, em comparação às principais cultivares e híbridos de tomateiro industrial cultivadas na região. Os resultados corroboram aos encontrados por Silva et al. (2018), em Morrinhos, os quais constataram que o tomateiro industrial “híbrido BRS Sena” apresentou maior demanda de água (692,20 mm) que o “híbrido Heinz 9992” (418,43 mm) ao longo de seu ciclo, para expressar seu maior potencial produtivo de 80,33 e 44,06 t ha⁻¹, respectivamente. Segundo os mesmos autores, o híbrido (BRS Sena) apresenta maior necessidade hídrica, se comparado aos demais híbridos pesquisados na região, em função do maior desenvolvimento vegetativo e produtivo, o que de certa forma justifica a discrepância dos valores do Kc encontrados nesta pesquisa em relação aos valores da literatura.

6 CONCLUSÕES

A demanda hídrica do tomateiro “híbrido BRS Sena” irrigado por gotejamento enterrado nas condições de Cerrado de Goiás foi de 490 e 427 mm nos anos de cultivo 2015 e 2016, respectivamente.

As necessidades hídricas do “híbrido BRS Sena” variaram em função do ano de

plântio e do seu desenvolvimento vegetativo e produtivo.

Os coeficientes de cultivo médios estimados de dois anos de pesquisa para as condições de cultivo no Cerrado foram de 0,60-0,65 (0 – 10 dias após o transplantio); 0,88-1,00 (11 – 40 dias após o transplantio); 1,00-1,23 (41 – 70 dias após o transplantio); 1,07- 1,27 (71 – 97 dias após o transplantio) e; 0,71-0,83 (98 – 125 dias após o transplantio).

7 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal Goiano pelo apoio na implantação, condução do experimento e tramitação do artigo científico.

8 REFERENCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BASÍLIO, Ê. E.; GOLYSNKI, A.; GOLYNSKI, A. A.; SILVA, C. J.; OLIVEIRA, D. S.; DIAS, R. F. Intervalos de irrigação no cultivo de tomateiro para processamento. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 4, p. 676-692, 2019.
- CASAROLI, D.; JONG VAN LIER, Q. Critérios para a determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- CFSGO. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás**. 5^a. aproximação. Goiânia: UFG: EMGOPA, 1988. 10 p. (Informativo Técnico, 1).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 179 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

GERVÁSIO, E. S.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Utilização da técnica de lisimetria de pesagem na automação de um sistema de irrigação localizada para uso no manejo da irrigação de cultivos em recipientes. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 4, p. 626-640, 2014.

GRIMMOND, C. S. B.; ISARD, S. A.; BELDING, M. J. Deselopment and evaluation of continuously weighing mini-lysimeters. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 65, n. 4, p. 205-218, 1992.

INOUE-NAGATA, A. K. Doenças Viróticas. In: LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. (org.). **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. p. 77-94.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. 335 p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento: Embrapa, 2012. 22 p. (Circular Técnica, 102).

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 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.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Tomateiro para processamento industrial**: irrigação fertirrigação por gotejamento. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento: Embrapa, 2002. 32 p. (Circular Técnica, 30).

MISRA, R. K.; PADHI, J.; PAYERO, J. O. A calibration procedure for load cells to improve accuracy of mini-lysimeters in monitoring evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 406, n. 1/2, p. 113-118, 2011.

NANGARE, D. D.; SINGH, Y.; KUMARY, P. S.; MINHAS, P. S. Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 171, p.73-79, 2016.

PEREIRA, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração**. Campinas: Fundag, 2013. 323 p.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 228-234, 2009.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 289-296, 2009.

- SANTANA, M. J.; PEREIRA, U. C.; BEIRIGO, J. D. C.; SOUZA, S. S.; CAMPOS, T. M.; VIEIRA, T. A. Coeficiente de cultura para o tomateiro irrigado. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2011.
- SILVA, C. J.; FRIZZONE, J. A.; SILVA, C. A.; GOLYNSKI, A.; SILVA, L. F. M.; MEGGUER, C. A. Tomato yield as a function of water depths and irrigation suspension periods. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 8, p. 591-597, 2019.
- SILVA, C. J.; FRIZZONE, J. A.; SILVA, C. A.; PONTES, N. C.; SILVA, L. M.; BASÍLIO, E. E. Desenvolvimento do tomateiro industrial em resposta a diferentes níveis de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 3, p. 432-448, 2020.
- SILVA, C. J.; PONTES, N. C.; GOLYNSKI, A.; BRAGA, M. B.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; SILVA, N. E. P. Performance of processing tomatoes under different supply levels of crop evapotranspiration. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 299-305, 2018.
- SILVA, C. A.; DOURADO NETO, D. SILVA, C. J.; FREITAS, C. A. Development of hymenaea coubaril seedlings in function of containers and irrigation blades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 487-498, 2016.
- SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; OLIVEIRA, R. C. Desenvolvimento do pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) em função da irrigação por gotejamento subsuperficial. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 85-94, 2014.
- VILELA, M. S.; CABRAL FILHO, F. R.; TEIXEIRA, M. B.; AMARAL, A. M.; VELLAME, L. M.; SOARES, F. A. L. Acurácia de um mini-lisímetro de pesagem eletrônica de baixo custo. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 158-167, 2015.
- WAUGH, W. J.; THIEDE, M. E.; CADWEL, L. L.; GEE, G. W.; FREEMAN, H. D.; RICHLAND, W. A.; SACKSCHEWSKY, M. R.; RELYEA, J. F.; RICHLAND, W. A. Small lysimeters for documenting arid site water balance. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LYSIMETRY, 1991, Honolulu. **Proceedings** [...]. Honolulu: ASCE, 1991. p. 23-25.