

Manejo autônomo da irrigação do tomateiro utilizando sensores Irrigás® de solo

Anderson Fernando Wamser¹, Anderson Luiz Feltrim¹, Janice Valmorbida², Fernando Pereira Monteiro¹, Juracy Caldeira Lins Junior¹, Leandro Hahn¹, Guilherme Mallmann¹ e Tamara Fátima Serafini³

Resumo – O objetivo deste estudo foi avaliar e validar o uso do sensor Irrigás® de solo no manejo autônomo da irrigação do tomateiro, na região de Caçador, SC. Na safra 2016/17 foi conduzido um experimento em ambiente protegido avaliando cinco tensões de umidade do solo (20, 30, 40, 50 e 60kPa) para o início da irrigação. Na safra 2017/18 foi conduzido um experimento a campo avaliando três manejos da irrigação (manejo autônomo da irrigação baseado nos sensores Irrigás®; manejo da irrigação baseado na tensiometria convencional; e manejo da irrigação sem critério técnico). Na safra 2018/19 foram avaliados os mesmos manejos da irrigação da safra anterior, com exceção do manejo da irrigação sem critério técnico. Por fim, na safra 2019/2020 foi conduzida uma unidade de validação em ambiente protegido avaliando o manejo autônomo da irrigação do tomateiro baseado no sensor Irrigás®. Na safra 2016/17 a maior produção de frutos comercializáveis (10,9kg planta⁻¹) foi obtida na tensão de umidade do solo estimada de 44kPa. Na safra 2017/18 não houve diferenças na produtividade entre os manejos de irrigação avaliados. Já na safra 2018/19 o manejo da irrigação baseado no sensor Irrigás® obteve produtividade de frutos comercializáveis 7,5% superior ao manejo baseado na tensiometria convencional. Os sensores Irrigás® permitiram o manejo autônomo da irrigação do tomateiro cultivado em ambiente protegido durante todo o ciclo.

Termos para indexação: *Solanum lycopersicum* L.; Tensiometria gasosa; Déficit hídrico.

Autonomous tomato irrigation management using Irrigás® soil sensors

Abstract – The objective of this study was to evaluate and validate the use of the Irrigás® soil sensor in the autonomous management of tomato irrigation, in the region of Caçador, SC. In the 2016/17 harvest, an experiment was conducted in a protected environment, evaluating five soil moisture stresses (20, 30, 40, 50 and 60kPa) for the start of irrigation. In the 2017/18 harvest, a field experiment was conducted evaluating three irrigation managements (autonomous irrigation management based on Irrigás® sensors; irrigation management based on conventional tensiometry; and irrigation management without technical criteria). In the 2018/19 crop the same irrigation management as in the previous harvest, with the exception of irrigation management without technical criteria. Finally, in the 2019/2020 harvest a validation unit was conducted in a protected environment, evaluating the autonomous management of tomato irrigation based on the Irrigás® sensor. In the 2016/17 harvest the highest production of marketable fruits (10.9kg plant⁻¹) was obtained at the estimated soil moisture tension of 44kPa. In the 2017/18 harvest, there were no fruit yield differences between the irrigation management evaluated, whereas in the 2018/19 harvest, irrigation management based on the Irrigás® sensor obtained marketable fruit yields 7.5% higher than management based on conventional tensiometry. Irrigás® sensors allowed the autonomous management of tomato irrigation grown in a protected environment during the entire cycle.

Index terms: *Solanum lycopersicum* L.; Gas tensiometry; Water deficit.

Introdução

A maioria dos produtores de tomate da região de Caçador (SC) não usa critérios técnicos para o manejo da irrigação da cultura e adota frequência e lâminas de irrigação conforme experiência prática (WAMSER et al., 2015). Isto pode gerar irrigações excessivas ou deficitárias. Essas situações de excesso ou de déficit

hídrico podem influenciar negativamente a produção das culturas (FELTRIM et al., 2014), interferir na eficiência de outras práticas culturais, como a adubação de plantas (LIMA et al., 2017), e aumentar o custo de produção em virtude do maior gasto de energia com irrigações desnecessárias. O custo de produção com a prática de irrigação na cultura do tomate na região de Caçador varia entre R\$1.402,13 e R\$2.153,00, dependendo

da escala de produção, representando de 1,3 a 2,4% do custo total da cultura (DELEO et al., 2019).

Em 1999 foi desenvolvido e patenteado pela Embrapa o sensor Irrigás® (CALBO, 2000). Este sensor permite o monitoramento da umidade do solo por meio da tensiometria gasosa, cujo fundamento consiste na obstrução da passagem de ar através da cápsula porosa do sensor Irrigás® enquanto a tensão de

Recebido em 21/12/2020. Aceito para publicação em 11/3/2021.

<http://dx.doi.org/10.52945/rac.v34i2.1090>

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECd), C. Postal 591, 89501-032 Caçador, SC, e-mail: afwamser@epagri.sc.gov.br, andersonfeltrim@epagri.sc.gov.br; fernandomonteiro@epagri.sc.gov.br; leandrohahn@epagri.sc.gov.br; guilhermemallmann@epagri.sc.gov.br.

² Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECd), C. Postal 591, 89501-032 Caçador, SC, e-mail: janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br;

³ Acadêmica do curso de Agronomia, Uniarp, Rua Victor Baptista Adami, 800, Centro, 89500-199, caçador, SC, e-mail: tamara13fatima@gmail.com.

umidade do solo estiver menor que determinado valor crítico, característico da porosidade da cápsula (CALBO, 2000). Vários autores obtiveram sucesso com o manejo da irrigação usando sensores Irrigás®, inicialmente na cultura do café (SANTANA et al., 2004) e mais recentemente na cultura da alface (GONÇALVES et al., 2014).

Atualmente existem no mercado controladores de irrigação que utilizam os sensores Irrigás® no manejo autônomo da irrigação (CALBO & SILVA, 2005). Esse conjunto controlador autômato de irrigação e sensores Irrigás® permite obter a medida instantânea da umidade do solo, podendo determinar com exatidão o momento de cada irrigação. O uso de sensores Irrigás®, aliado a controladores autônomos de irrigação, tem alcançado êxito no manejo da fertirrigação em cultivos em substrato do melão (GRATIERI et al., 2013) e do pimentão (WAMSER et al., 2017). Porém, conforme relatado até o momento, há carência de trabalhos avaliando os sensores Irrigás® no manejo autônomo da irrigação do tomateiro cultivado no solo, em especial nas condições edafoclimáticas da região de Caçador, SC.

O presente trabalho propõe avaliar e validar a tensiometria gasosa ligada ao controlador autômato de irrigação para o manejo da irrigação do tomateiro cultivado no solo, na região de Caçador, SC.

Material e métodos

Um experimento em ambiente protegido, dois experimentos a campo e uma unidade de validação da tecnologia em cultivo protegido foram conduzidos, respectivamente, nas safras 2016/17, 2017/18, 2018/19 e 2019/20, na Estação Experimental de Caçador. Os solos das áreas experimentais foram classificados como Nitossolo Bruno Distrófico.

O experimento na safra 2016/17 foi realizado em estufa modelo tipo arco, com 3,0m de pé direito, sendo coberto com filme de polietileno de 150µm de espessura e fechamento lateral e frontal e da abertura zenital com tela antiáfideo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em cinco tensões limites de umidade no solo medidas pelos sensores Irrigás® (Hidrosense, São Paulo, Brasil) (Figura 1A) para o início da irrigação, sendo 20, 30, 40, 50 e 60kPa. A parcela possuía 4,0m² de área total correspondendo a uma linha de cultivo contendo oito plantas, com espaçamento entre plantas de 0,50m e espaçamento entre linhas de 1,0m. A área útil da parcela possuía 3,0m² sendo consideradas as seis plantas centrais.

Os experimentos nas safras 2017/18 e 2018/19, realizados a campo, foram conduzidos em blocos completos ao acaso, com seis repetições na safra 2017/18 e dez repetições na safra 2018/19. Os tratamentos avaliados na safra 2017/18 consistiram em três métodos de manejo da irrigação do tomateiro, sendo: 1) manejo autônomo da irrigação utilizando sensores Irrigás®, baseando-se na tensão limite de umidade do solo de 40kPa, estipulado a partir dos resultados experimentais da safra 2016/17; 2) manejo da irrigação utilizando a tensiometria convencional, conforme descrito por Feltrim

(2016); e 3) manejo da irrigação sem critérios técnicos, simulando o manejo utilizado pelos produtores de tomate da região de Caçador, SC. Para este último manejo da irrigação foram definidas a lâmina e a frequência de irrigação conforme experiência prática do técnico agrícola do setor de olericultura da Estação Experimental de Caçador. Na safra 2017/18, repetiu-se este mesmo experimento, mas sem o terceiro tratamento avaliando o manejo da irrigação sem critérios técnicos. Em ambas as safras, a parcela possuía 18,0m² de área total correspondendo a uma linha dupla de cultivo contendo 40 plantas (20 plantas por linha), com espaçamento entre plantas de 0,60m, espaçamento entre linhas duplas de 2,2m e espaçamento interno da linha dupla de 0,8m. A área útil da parcela possuía 16,2m² sendo consideradas as 36 plantas centrais.

Por fim, na safra 2019/2020 foi conduzida uma unidade de validação em estufa modelo “Bandeirantes”, com 3,0m de

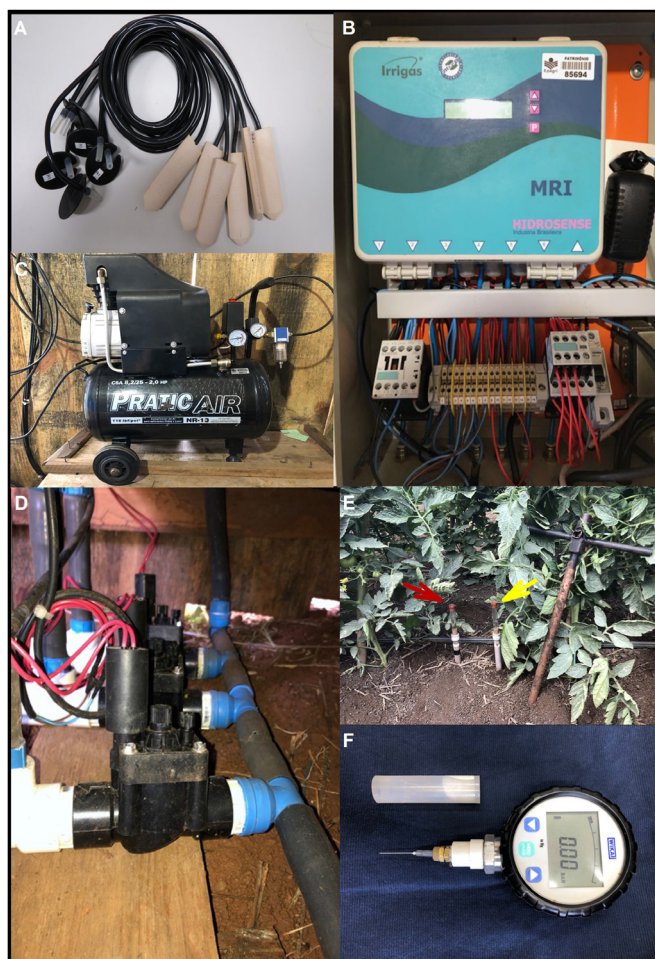


Figura 1. Sensores Irrigás® de solo (A), controlador autônomo de irrigação (B), motocompressor de ar (C), válvulas solenoides (D), tensiômetros convencionais instalados nas profundidades de 20 (seta vermelha) e 40cm (seta amarela) (E) e tensiômetro digital de agulha (F) utilizados nos experimentos. Caçador, Epagri, 2020

pé direito, sendo coberto com filme de polietileno de 150µm de espessura. Foi avaliado o manejo autônomo da irrigação baseada nos sensores Irrigás® utilizando a tensão estipulada no experimento da safra 2016/17 (40kPa). A área da unidade de validação possuía 224m², sendo constituída por sete linhas de cultivo distanciadas em 2,0m, com 16m de comprimento e com espaçamento entre plantas de 0,4m, totalizando 280 plantas. Para avaliação da produtividade foram consideradas somente as 160 plantas centrais.

Nas safras 2016/17, 2017/18 e 2018/19 foi utilizado o híbrido de tomate Paronset (Syngenta Brasil, São Paulo, Brasil), enquanto na safra 2019/20 foi utilizado o híbrido de tomate Coronel (Syngenta Brasil, São Paulo, Brasil). A irrigação utilizada foi a localizada, com uma fita gotejadora por linha de cultivo, gotejadores autocompensantes espaçados em 0,3m e com vazão de 1,8L h⁻¹ por gotejador a 98kPa de pressão de serviço. As plantas foram conduzidas com duas hastes principais e tutoradas verticalmente com o auxílio de bambus nas três primeiras safras, e com fitilhos plásticos na última safra, sendo despontadas quando alcançaram 1,8m de altura. Demais práticas culturais foram realizadas conforme Becker et al. (2016).

No manejo da irrigação utilizando os sensores Irrigás®, os sensores (Figura 1A) foram instalados na linha de cultivo a uma profundidade de 0,2m e entre as duas plantas centrais da parcela e logo abaixo de um gotejador. Os sensores Irrigás® foram ligados, por meio de microtubos de polietileno de baixa densidade de 8mm de diâmetro (Figura 1A), ao controlador autônomo de irrigação modelo MRI-10/6 (Hidrosense, São Paulo, Brasil) (Figura 1B). Foi utilizado o motocompressor de ar modelo PratiCAir (Schulz, Joinville, Brasil) de 2 HP, e com capacidade do reservatório de 25L, como fonte de ar comprimido para o sistema de tensiometria gasosa (Figura 1C). Em cada respectivo tratamento e unidade de validação foram instalados seis sensores Irrigás® de solo com pressão de borbulhamento de 60kPa. Cada vez que a média de tensão dos seis sensores Irrigás® apresentou-se superior à tensão limite estipulada para o respectivo tratamento, o controlador au-

tônomo de irrigação acionou a válvula solenoide modelo PGV101 24V (Hunter Industries, Califórnia, EUA) do respectivo tratamento (Figura 1D), irrigando as plantas. Nas safras 2016/17, 2017/18 e 2018/19 o tempo de irrigação foi estimado conforme o método da tensão de água no solo descrito por Marouelli et al. (1996) e baseado na curva característica de umidade do solo determinada para os solos das áreas experimentais (FELTRIM, 2016). Já na safra 2019/20, optou-se por determinar o tempo de irrigação conforme a leitura da tensão de umidade do solo na profundidade de 40cm, obtida por tensiômetros convencionais, de acordo com Feltrim (2016). Para esta safra o tempo de irrigação foi definido quando a tensão de umidade do solo a 40cm de profundidade passou a ficar constante próximo à capacidade de campo, ou seja, 10kPa.

No manejo da irrigação utilizando a tensiometria convencional, os tensiômetros modelo HID32 (Hidrosense, São Paulo, Brasil) (Figura 1E) foram instalados na linha de cultivo a uma profundidade de 0,2m e entre as duas plantas centrais da parcela e logo abaixo de um gotejador. Diariamente, no período da manhã, procedeu-se à leitura da tensão da umidade do solo dos tensiômetros convencionais com o auxílio de tensiômetro digital de agulha modelo TDPe (Soil-Control, São Paulo, Brasil) (Figura 1F). Sempre que a tensão registrada pelo tensiômetro digital fosse igual ou maior que 30kPa (FELTRIM, 2016) procedia-se ao acionamento manual do sistema de irrigação por gotejamento. Em ambos os experimentos avaliando a tensiometria convencional (safras 2017/18 e 2018/19), o tempo de irrigação foi definido quando a tensão de umidade do solo a 40cm de profundidade, obtida por tensiômetros convencionais, passou a ficar constante próximo à capacidade de campo, ou seja, 10kPa.

Então, avaliaram-se a produtividade total, comercial (extra AA e extra A), o descarte e a massa média de frutos comerciais (extra AA e extra A). Foram considerados frutos extra AA aqueles com massa maior que 150g, e extra A aqueles com massa entre 100 e 150g. Foram considerados como descarte os frutos com doenças fisiológicas ou fitopatológicas, com danos de insetos-

praga e frutos miúdos, ou seja, aqueles com massa menor que 100g. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro tipo I. Quando acusada significância estatística, foram feitas a análise de regressão polinomial na safra 2016/17 e a análise de comparação múltipla de médias de Tukey nas safras 2017/18 e 2018/19. As análises estatísticas foram realizadas por meio do pacote ExpDes.pt no ambiente R.

Resultados e discussão

No experimento da safra 2016/17, avaliando as cinco tensões de umidade do solo para o início automático da irrigação (20, 30, 40, 50 e 60kPa), houve diferenças estatísticas apenas para a produção comercial ($p=0,0228$) e extra AA ($p=0,0129$) de frutos e ajuste destas variáveis a uma regressão polinomial quadrática (Tabela 1). A máxima produtividade comercial e extra AA de frutos foi estimada quando a tensão de umidade do solo para o início automático da irrigação atingiu 44kPa. Esta faixa de tensão de umidade do solo está dentro da recomendada por Marouelli et al. (1996), que é de 30 a 100kPa. Já Marouelli (2008) recomenda as tensões de 40 a 70kPa para a irrigação do tomateiro por sulco e por aspersão, e de 20 a 40kPa para a irrigação da cultura por gotejamento, utilizando tensiometria convencional. Por fim, Marouelli & Calbo (2009) recomendam as tensões de 40kPa para a irrigação do tomateiro por sulco e por aspersão, e 25kPa para a irrigação da cultura por gotejamento, utilizando os sensores Irrigás®. Desta forma, o nosso trabalho indica que a tensão de umidade do solo medido pelo sensor Irrigás® pode ser maior (aproximadamente 40kPa) que o recomendado na literatura (25kPa) (MAROUELLI & CALBO, 2009). Feltrim et al. (2014), avaliando lâminas de irrigação em condições edafoclimáticas semelhantes, observaram que lâminas acima ou abaixo da quantidade necessária para repor 100% da evapotranspiração da cultura reduziram a produtividade do tomateiro. Para fins de manejo da irrigação nos experimentos das três safras seguintes, bem como para posterior recomendação ao pro-▶

ductor da tensão adequada de umidade do solo para o uso dos sensores Irrigás® ligado ao controlador autônomo da irrigação, optou-se por utilizar a tensão de 40kPa, considerando-se desprezível a variação de produtividade para a tensão de 44kPa.

Não houve diferenças significativas para todas as variáveis estudadas na safra 2017/18 (Tabela 1), onde se avaliaram três manejos de irrigação baseados no Irrigás®, na tensiometria convencional e no método empírico adotado pela maioria dos produtores da região de Caçador, SC. Ressalta-se, porém, que a área experimental usada nesta safra apresentou alta incidência de plantas infectadas por *Ralstonia solanacearum*, fato este também observado na mesma área na safra subsequente por Monteiro et al. (2020). O aparecimento desta doença na área experimental acabou limitando a produtividade da cultura e, conseqüentemente, limitando a expressão significativa de possíveis melhores tratamentos.

Embora não se tenha observado diferenças entre os tratamentos na safra 2017/18, os sensores Irrigás® ligados ao controlador autônomo de irrigação detectaram as variações de umidade do solo em função dos eventos de precipitação e fertirrigação, bem como a irrigação automática do tomateiro quando a tensão de umidade do solo alcançou o limite crítico de 40kPa estipulado para o tratamento (Figura 2).

Na safra 2018/19, o manejo autônomo da irrigação baseado nos sensores Irrigás® proporcionou maiores produtividades comercial e extra AA de frutos e menor produtividade de frutos descarte, em relação ao manejo da irrigação baseado na tensiometria convencional (Tabela 2). O ganho de produtividade comercial com o manejo autônomo da irrigação com os sensores Irrigás® foi de 7,5%, em relação à produtividade comercial obtida com o manejo da irrigação baseado na tensiometria convencional. A vantagem produtiva do manejo autônomo da irrigação baseada no Irrigás® pode ser atribuída ao fato de que, ao se atingir o valor crítico de umidade do solo para a cultura do tomate (40kPa), a irrigação inicia instantaneamente, repondo a água perdida do solo pelo processo evapotranspirativo. O mesmo não é observado na tensiometria convencional, visto que, ao se fazer a medição da tensão da umidade do solo uma vez ao dia com o uso pelo tensímetro digital de punção conectado ao tensiômetro convencional, o valor da tensão considerada adequada já pode ter sido extrapolado, acarretando em déficit hídrico às plantas. Ou, então, o valor pode indicar que o valor de tensão de umidade do solo ainda não atingiu o nível crítico, não se fazendo a irri-

Tabela 1. Produtividade total, comercial, extra AA, extra A e descarte de frutos em função de manejos de irrigação na cultura do tomate. Caçador, Epagri, 2020

Table 1. Total, marketable, extra AA, extra A and unmarketable fruit yield due to irrigation management in tomato crop. Caçador, Epagri, 2020

Manejo da irrigação	Total	Comercial	Extra AA	Extra A	Descarte
----- t/ha -----					
Experimento 1 – safra 2016/17					
20 kPa	152,0 ^{ns}	132,0 ^{Lns Q*}	88,0 ^{Lns Q*}	44,0 ^{ns}	21,3 ^{ns}
30 kPa	153,3	133,3	92,0	40,0	21,3
40 kPa	169,3	150,7	108,0	42,7	18,7
50 kPa	160,0	142,7	100,0	42,7	18,7
60 kPa	161,3	137,3	97,3	41,3	24,0
C.V. (%)	6,6	6,3	8,1	9,0	13,1
Experimento 2 – safra 2017/18					
Irrigás®	88,5 ^{ns}	75,6 ^{ns}	55,2 ^{ns}	20,4 ^{ns}	12,9 ^{ns}
Tensiômetro	80,9	66,6	49,7	16,9	14,3
Produtor	84,4	67,5	48,3	19,2	16,9
C.V. (%)	9,2	14,0	19,9	17,3	22,5
Experimento 3 – safra 2018/19					
Irrigás®	97,8 ^{ns}	80,1*	65,8*	14,2 ^{ns}	17,7*
Tensiômetro	94,5	74,5	61,1	13,4	20,0
C.V. (%)	5,1	5,9	6,6	10,8	12,5
Unidade de validação – safra 2019/20					
Irrigás®	120,5	105,5	72,8	32,5	15,2

ns = não houve efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro tipo I. * houve efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro tipo I. Lns = ajuste não significativo dos dados à equação linear (p>0,05). Q* = ajuste significativo dos dados à equação quadrática (p<0,05).

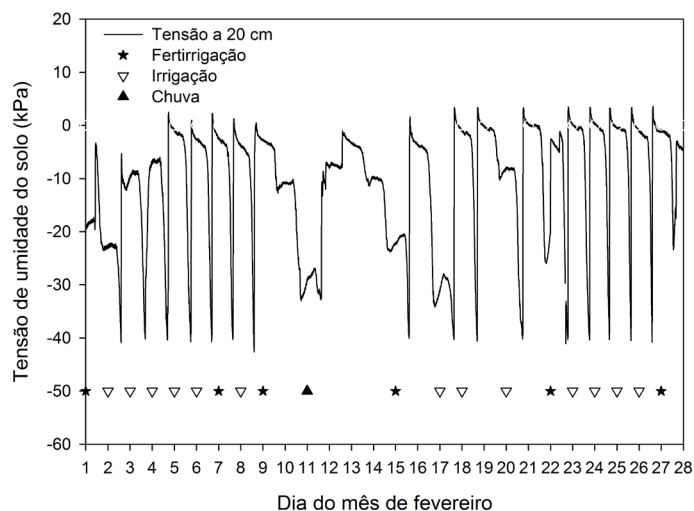


Figura 2. Exemplo das medições da tensão de umidade do solo em função dos eventos de precipitação, fertirrigação e irrigação autônoma do tomateiro a campo utilizando os sensores Irrigás® ligados ao controlador eletrônico de Irrigação MRI. Caçador, Epagri, 2018
 Figure 2. Example of soil moisture tension measurements as a function of precipitation, fertigation and autonomous tomato irrigation events in the field using the Irrigás® sensors connected to the MRI Irrigation electronic controller. Caçador, Epagri, 2018

gação. Entretanto, o contínuo processo evapotranspirativo da cultura diminui a umidade do solo, podendo ultrapassar o valor crítico ao longo do dia e causar déficit hídrico que só será constatado no dia seguinte na nova leitura. Para minimizar este problema seria aconselhável a realização de mais leituras ao longo do dia, aumentando a necessidade de mão de obra com esta atividade.

O manejo autônomo da irrigação baseado nos sensores Irrigás®, por fim, foi validado num cultivo em estufa e no solo na safra 2019/20. Foi possível irrigar, de forma automática e durante todo o ciclo da cultura do tomate que se estendeu por 176 dias. Ressalta-se, entretanto, que a dependência do sistema por energia elétrica para o controlador eletrônico de irrigação, válvulas solenoides ou motobombas elétricas, bem como para o sistema de fornecimento de ar comprimido, exigem o constante acompanhamento do responsável pela lavoura, a fim de verificar se o sistema, por exemplo, retornou a operar normalmente após o reestabelecimento da energia elétrica. Além disso, pelo fato do sistema funcionar com fluxo de ar comprimido passando por microtubos que vão desde o controlador autônomo de irrigação até os sensores Irrigás® instalados na lavoura (de fábrica, a extensão do microtubo é de até 200 metros sem a necessidade de recalibrar o equipamento), a instalação e a manutenção destes microtubos deve ser cuidadosa a fim de evitar perfurações e vazamentos de ar comprimido. Cabe ressaltar, por último, que o sistema possui um aviso sonoro que é acionado sempre que a tensão de umidade do solo atinge um valor estipulado superior à tensão determinada para a irrigação. Este aviso sonoro alerta o usuário do sistema sobre possíveis falhas no sistema autônomo de irrigação.

Conclusões

- A maior produção de frutos comercializáveis foi obtida na tensão de umidade do solo estimada de 44kPa (40kPa), utilizando sensores Irrigás® associados ao controlador autônomo de irrigação.

- O manejo autônomo da irrigação, baseado em sensores Irrigás®, propor-

cionou produtividade maior de frutos de tomate em relação ao manejo da irrigação baseado na tensiometria convencional.

- Os sensores Irrigás® permitiram o manejo autônomo da irrigação do tomateiro nas condições edafoclimáticas da região de Caçador, SC, tanto a campo como em cultivo protegido.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapescc) pelo apoio financeiro à Epagri. Ao técnico agrícola da Epagri Luciano Caetano pelo auxílio no manejo empírico da irrigação na safra 2017/18.

Referências

BECKER, W. F.; WAMSER, A. F.; FELTRIM, A. L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J. P. D.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L. L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016, v.1. 151 p.

CALBO, A.G. **Sistema de controle gasoso de irrigação baseado na determinação de umidade do solo por meio de cápsulas porosas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 10 p. (PI 0004264-1)

CALBO, A.G.; SILVA, W.L. de C e. **Sistema irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.

DELEO, J.P.B.; MOREIRA, M.M.; GUERREIRO, L.M.M.; BOTEON, M. Especial hortaliças: custos voltam a subir, mas rentabilidade é boa em 2019. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v.18, n.190, p.8-25, 2019.

FELTRIM, A.L.; VALMORBIDA, J.; WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A. Lâminas de irrigação e turnos de rega na produtividade do tomate mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 53., 2014, Palmas. **Anais[...]** Palmas, 2014. v.2. p.2341-2349.

FELTRIM, A.L. Manejo da irrigação por gotejamento. In: BECKER, W. F.; WAMSER, A. F.; FELTRIM, A. L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J. P. D.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L. L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016, v.1. 151 p.

GONÇALVES, F.V.; MEDIC, L.O.; ALMEIDA, W.S.; CARVALHO, D.F.; SANTOS, H.T.; GO-

MES, D.P. Irrigação no cultivo orgânico de alface utilizando Irrigás, tanque Classe A e um sistema automático de baixo custo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, p.1950-1955, 2014.

GRATIERI, L.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; BARBOSA, J.C.; PAVANI, L.C. Nitrogen and potassium concentrations in the nutrients solution for melon plants growing in coconut fiber without drainage. **Scientific World Journal**, v.2013, n. 546594 p.1-10, 2013.

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

MAROUELLI, W.A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 2008. 16p. (Circular Técnica, 69).

MAROUELLI, W.A.; CALBO, A.G. **Manejo da irrigação em hortaliças com sistema Irrigás®**. EMBRAPA-CNPq, 2009. 16p. (Circular Técnica, 57).

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L. de C. e; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5.ed. Brasília: EMBRAPA-CNPq / EMBRAPA-SPI, 1996. 72p.

MONTEIRO, F.P.; WAMSER, A.F.; OGOSHI, C.; VALMORBIDA, J.; CARDOSO, D.A.; PERAZOLLI, V. Performance of Green Power and Shincheonggang tomato rootstocks in *Rals-tonia solanacearum* contaminated area. **Plant Pathology & Quarantine**, v.10, n.1, p.28-43, 2020. Doi 10.5943/ppq/10/1/4

SANTANA, M.S.; OLIVEIRA, C.A.S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado influenciado por níveis de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.644-653, 2004.

WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A.; VALMORBIDA, J.; FELTRIM, A.L.; SANTOS, J.P.; ROSSET, V.; TOMAZELLI, A. Análise de correspondência múltipla para caracterização de produtores rurais por práticas agrícolas: tomaticultura em Caçador, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias** Lages, v.14, n.1, p.75-83, 2015.

WAMSER, A.F.; CECÍLIO FILHO, A.B.; NOWAKI, R.H.D.; MENDOZA-CORTEZ, J.W.; URRESTARAZU, M. Influence of drainage and nutrient-solution nitrogen and potassium concentrations on the agronomic behavior of bell-pepper plants cultivated in a substrate. **PLoS ONE**, v.12, n.17, e0180529. 2017. ■