



Artigo Original

## PLANILHA ELETRÔNICA PARA PLANEJAMENTO DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL EM GOIÁS

Raiane Ferreira Miranda<sup>1</sup>, José Alves Júnior<sup>1</sup>, Rangel Gonçalves Souza<sup>2\*</sup>, Derblai Casaroli<sup>1</sup>, Márcio Mesquita<sup>1</sup><sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás. Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP: 74.690-900, Goiânia, GO,<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, Rod. Geraldo Silva Nascimento, km 2,5, Zona Rural, CEP 75790-000, Urutaí, GO.\* Autor correspondente. E-mail: [oranglesouza@gmail.com](mailto:oranglesouza@gmail.com)

### INFO ARTICLE

Histórico do artigo  
Recebido: 17 de maio de 2018  
Aceito: 28 de março de 2019

#### Palavras-chaves:

*Solanum lycopersicum*  
Aspersão  
Cerrado  
Manejo simplificado

### RESUMO

O valor de uma estação meteorológica automática, a falta de homogeneidade das leituras de tensiômetros e de sondas para a obtenção da umidade do solo, bem como a dificuldade de programação e utilização de planilhas eletrônicas, são fatores que inviabilizam a adoção de técnicas para o manejo adequado da irrigação pelos tomaticultores. Como exemplo, nota-se que nem mesmo o método simplificado de manejo proposto pela Embrapa tem sido utilizado. Assim, o objetivo deste estudo foi adaptar o método simplificado proposto pela Embrapa, para cultura do tomate industrial, em uma planilha eletrônica de fácil acesso, compreensão, manuseio e interpretação dos resultados. A planilha utiliza como dados de entrada: municípios goianos, híbridos de tomateiro, data de transplante, textura do solo, umidade inicial do solo, lâmina bruta e tempo mínimos referente a uma volta do pivô-central na máxima velocidade. Os dados de saída são: calendário de dias irrigados e regulagens do percentímetro em cada fase do desenvolvimento do tomateiro. A planilha eletrônica mostrou-se uma ferramenta prática, precisa, de fácil interação com o usuário e encontra-se disponível em: <https://vertra18.blogspot.com.br/>.

### 1. Introdução

O Brasil é o quinto maior produtor de tomate para processamento industrial do mundo (Vilela et al., 2012), movimentando cerca de R\$ 3 bilhões por ano (Hortifruti, 2015). Em Goiás, 67% da produção (720,7 t) é destinada ao processamento industrial, respondendo por 20,8% da produção nacional (Silva Júnior et al., 2015). No estado, cerca de 90% da área plantada é irrigada por pivô-central, por apresentar alta uniformidade de aplicação de água, permitir a fertirrigação, requerer pouca mão de obra e facilitar a sucessão de culturas, pois não há necessidade de remoção do equipamento da área (Marouelli et al., 2012).

As irrigações excessivas na cultura do tomate favorecem a incidência de pragas e doenças, além de promover perdas dos nutrientes do solo por lixiviação (Maggi et al., 2011, Campagnol et al., 2014, Mendes et al., 2015). Apesar do custo com a irrigação corresponder a menos de 8% do custo total de produção de tomate para processamento industrial (Alves Júnior et al., 2015), os custos com adubação e controle fitossanitário, somados, são responsáveis por mais de 50% do custo total de produção (Assunção et al., 2013). Assim, tendo

em vista que o manejo inadequado da irrigação pode afetar diretamente tanto a adubação quanto a fitossanidade do tomateiro, esta prática aplicada de forma errônea poderá inviabilizar o empreendimento.

Para o manejo correto da irrigação são necessários o monitoramento da umidade do solo, e da evapotranspiração da cultura, ou a combinação destes. Para o manejo via solo, comumente são utilizados tensiômetros com curva de retenção de água no solo, e sensores de leitura direta de umidade. Apesar de precisos, estes equipamentos apresentam limitações, sobretudo, devido à alta variabilidade espacial das medidas, inferindo um caráter pontual nos dados obtidos. Além do risco de se danificarem com o tráfego de máquinas no campo, somado a necessidade de calibração para os diferentes tipos de solo e o alto custo de aquisição dos sensores.

Por outro lado, o manejo via monitoramento atmosférico, os irrigantes necessitam de dados obtidos em estações agrometeorológicas, as quais apresentam um custo, que geralmente é inviável para pequenas propriedades, além de necessitarem conhecimento específico de eletrônica e informática para sua instalação, coleta e processamento dos dados. Assim, dado ao baixo custo direto com irrigação (água

e energia) e as dificuldades na adoção de técnicas de manejo, seja via solo, clima ou a combinação destes, os produtores de tomate, continuam a irrigar com base na experiência prática, sem adoção de qualquer estratégia de uso e manejo racional da água.

Para atender essa demanda, a Embrapa divulgou um método simplificado para manejo da irrigação de hortaliças, dispensando o uso de equipamentos, com o objetivo de incentivar os irrigantes a iniciarem o manejo correto da água em suas lavouras (Marouelli et al., 2008). Entretanto, apesar de simples, para adoção do método é necessário consultas em tabelas e a realização de alguns cálculos, o que ainda tem sido uma barreira para o produtor. Outras planilhas de manejo já foram propostas (Nascimento et al., 2012, Prando et al., 2015), entretanto, não são específicas para tomate, e se restringem a usuários com conhecimentos técnicos de irrigação.

Dessa maneira, objetivou-se transformar o método simplificado de manejo da irrigação pela Embrapa em uma planilha eletrônica de fácil manuseio pelo usuário, como uma alternativa prática para controle da água aplicada via irrigação, específica para o cultivo de tomate industrial nas principais regiões produtoras de Goiás, com entrada e saída facilitada de dados.

## 2. Material e métodos

Visou-se adaptar o método simplificado, para manejo da irrigação, proposto pela Embrapa, para cultura do tomate industrial, em uma planilha eletrônica de fácil acesso, compreensão, manuseio e interpretação dos resultados, para atender tomaticultores dos municípios goianos de Cristalina, Morrinhos, Silvânia, Rio Verde, Luziânia e Goiânia. A planilha eletrônica foi desenvolvida por pesquisadores do Núcleo de Pesquisa em Clima e Recursos Hídricos do Cerrado, da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia-Go, utilizando o recurso Macro do aplicativo Excel, da Microsoft®, para entrada, processamento e saída dos dados.

A metodologia empregada na programação seguiu uma adaptação do método prático para manejo da irrigação de hortaliças, proposto por pesquisadores da Embrapa (Marouelli et al., 2008). A planilha eletrônica utiliza um banco de informações climáticas correspondente a séries históricas de 30 anos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para os municípios: Cristalina, Morrinhos, Silvânia, Rio Verde, Luziânia e Goiânia, principais produtoras de tomate para processamento industrial no estado de Goiás. A partir destes dados é possível estimar a evapotranspiração potencial da cultura ( $ET_c$ ) (Tabela 1).

Para o cálculo do turno de rega (TR) (Eq. 1), foi considerado os limites médios de disponibilidade real de água no solo (DRA) (Tabela 2), profundidades efetivas do sistema radicular (Z) em cada fase de desenvolvimento da cultura (fase 1: transplantio ao pegamento, fase 2: pegamento a início do florescimento, fase 3: florescimento ao início da maturação, e fase 4: maturação a colheita), fixadas em: 0,10; 0,25; 0,45 e 0,45 m, respectivamente, e a  $ET_c$  (Tabela 1) (Marouelli et al., 2008).

Para determinação do TR na fase 1 (Tabela 3) é levado em consideração a textura do solo e a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ):

$$TR = \frac{DRA \cdot Z}{ET_c} \quad (1)$$

Foi realizado o cálculo da lâmina líquida de irrigação (LL) (Eq. 2), buscando suprir as necessidades hídricas do tomateiro, multiplicando o turno de rega (Eq. 1) pela evapotranspiração da cultura em cada fase (Tabela 1). E a lâmina bruta (LB) (Eq. 3) foi calculada considerando uma eficiência de aplicação da irrigação de 85%. E por fim, foram

realizados os cálculos para regulação do percentímetro (Eq. 4) e do tempo de funcionamento (Eq. 5) do pivô-central, levando em consideração as lâminas mínimas (L100%) e os tempos mínimos (T100%) por volta, característicos de cada equipamento:

$$LL = TR \times ET_c \quad (2)$$

$$LB = \frac{LL}{Ei} \quad (3)$$

$$R\% = \frac{L100\%}{LB} \times 100 \quad (4)$$

$$T = \frac{T100\%}{R\%} \times 100 \quad (5)$$

sendo,  $Ei$ : a eficiência de aplicação de água média via pivô-central (0,85) e  $T$ : o tempo gasto para que o pivô-central complete uma volta.

A informação sobre a primeira irrigação a ser realizada, logo após o transplantio das mudas em campo, foi obtida no Tabela 4, em função da granulometria e da umidade do solo no dia do transplantio, informada pelo usuário, na aba inicial da planilha de entrada de dados.

Os dados de entrada da planilha são: localidade (Cristalina, Luziânia, Morrinhos, Goiânia e Rio Verde); híbrido (IPA-6, Viradouro, AP533, Heinz9553, Heinz9665, Heinz9992, H7155N, Hypeel108, Malinta, Calroma, RPT1570 e Calmarzano) a ser cultivado (Embrapa, 2006); data do transplantio das mudas; textura (grossa, média e fina) e umidade do solo (alta, média ou baixa) no dia do transplantio; além dos dados de lâmina e tempo por volta do pivô-central a 100% (máxima velocidade). Os únicos dados que necessitam inserção manual são referentes ao pivô-central (L100% e T100%), as demais informações fazem parte do banco de dados da planilha eletrônica e são inseridas automaticamente a partir das opções selecionadas pelo usuário.

## 3. Resultados e discussão

A planilha está disponível aos usuários para download no endereço <https://vertra18.blogspot.com.br/>. A aba da planilha com as entradas e saídas iniciais de dados podem ser observada na Figura 1. Informações à esquerda (campos com cor vermelha) devem ser inseridas pelo usuário e a direita (campos com cor verde) encontram-se saídas de dados calculados pela planilha.

Para informar como proceder a primeira irrigação, recomenda-se que esta seja realizada 2 dias antes do transplantio das mudas, não devendo-se fazer um dia antes, pois o solo úmido dificulta o tráfego de máquina/trator. Assim, na planilha deve ser inserido como dado de entrada (Figura 1) a umidade do solo (alta, média e baixa), antes da primeira irrigação, e isso é algo empírico. Para o conhecimento exato da lâmina da primeira irrigação seria necessário determinar a capacidade de retenção de água do solo (curva de retenção) e a umidade do solo no dia antes do transplantio. Como o produtor geralmente não tem estas informações, a Tabela 4 é utilizada no banco de dados apenas como uma sugestão geral para se aproximar do acerto, ou simplesmente para minimizar o erro. Deve-se perfurar o solo até 0,20 m de profundidade em pelo menos três pontos da área, e avaliar empiricamente a umidade do solo. É claro que da forma apresentada uma pessoa pode achar que o solo está seco (baixa umidade) e outra que o mesmo solo está com umidade média. Neste procedimento empírico tal erro existe. Se for verificado que a umidade está alta, então não se faz esta primeira irrigação antes do transplantio.

**Tabela 1.** Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>) para tomate industrial conforme a umidade relativa (UR) e temperatura média do ar, em cada fase de desenvolvimento ao longo do ciclo. Adaptado de Marouelli et al. (2008).

UR média		Fase (1): inicial													
		Temperatura (°C)													
(%)		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
40		2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,4	5,8	6,3
45		1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6	5,0	5,4	5,7
50		1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9	5,2
55		1,5	1,7	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7
60		1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,7
65		1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7
70		1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
75		0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6
80		0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1
85		0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
90		0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0
UR média		Fase (2): vegetativa													
		Temperatura (°C)													
(%)		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
40		2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1
45		2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,2	5,6	6,0	6,5	7,0	7,5
50		2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3	6,8
55		1,9	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3	5,7	6,1
60		1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	5,1	5,4
65		1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,8
70		1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1
75		1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4
80		0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7
85		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
90		0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
UR média		Fase (3): frutificação													
		Temperatura (°C)													
(%)		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
40		3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	8,9	9,6	10,3	11,1	11,9
45		3,4	3,8	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,9	7,5	8,2	8,8	9,5	10,2	10,9
50		3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0	8,6	9,3	9,9
55		2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,3	8,9
60		2,5	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4	7,9
65		2,2	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,5	6,9
70		1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
75		1,6	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	5,0
80		1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4	3,7	4,0
85		0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
90		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0
UR média		Fase (4): maturação													
		Temperatura (°C)													
(%)		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
40		2,4	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5
45		2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,1	5,6	6,0	6,4	6,9
50		2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,4	5,8	6,3
55		1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3	5,6
60		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7	4,0	4,4	4,7	5,0
65		1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,4
70		1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8
75		1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
80		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5
85		0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
90		0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3

**Tabela 2.** Disponibilidade real de água e classe textural do solo de acordo com a textura. Adaptado de Marouelli et al. (2008).

Textura	Disponibilidade real de água (DRA)		Classe textural
	(mm cm <sup>-1</sup> )		
Grossa	0,5		Areia, areia franca
Média	0,8		Franco-arenoso, franco, franco-siltoso, franco-argilo-arenoso
Fina	1		Muito argiloso, argila, argila-siltosa, franco-argila-siltoso

**Tabela 3.** Sugestão de turno de rega (dias) na fase inicial do tomate para processamento industrial, conforme a textura do solo e a evapotranspiração de referência. Adaptado de Marouelli et al. (2008).

ET <sub>0</sub> <5 (mm dia <sup>-1</sup> )						ET <sub>0</sub> >5 (mm dia <sup>-1</sup> )					
Textura do solo						Textura do solo					
Grossa		Média		Fina		Grossa		Média		Fina	
2 vezes ao dia		2		3		2 vezes ao dia		1		2	

**Tabela 4.** Lâmina líquida (mm) a ser aplicada na primeira irrigação, por ocasião do plantio ou transplântio de mudas, conforme a textura e umidade do solo. Adaptado de Marouelli et al. (2008).

Umidade do solo	Textura do solo		
	Grossa	Média	Fina
Alta (úmido)	5	10	15
Média	10	20	25
Baixa	15	30	50

**Figura 1.** Tela inicial de entrada de dados para planejamento da irrigação via pivô-central para cultura do tomate cultivado em Goiás para processamento industrial.

Fase 1: Transplântio e pegamento das mudas no campo			
Período			
15-abr		à	12-mai
Duração (dias)	27	Calendário de irrigações	
Profundidade efetiva do sistema radicular (cm)	10	17-abr	29-abr
Evapotranspiração da cultura - ETC (mm dia <sup>-1</sup> )	1,3	19-abr	1-mai
Turno de rega (dias)	2	21-abr	3-mai
Lâmina bruta do pivô central (mm dia <sup>-1</sup> )	3,1	23-abr	5-mai
Velocidade do pivô central (R%)	98,1	25-abr	7-mai
Tempo de irrigação (h)	12,2	27-abr	9-mai
		Número de irrigações	
		13	

Fase 2: Pegamento à plena floração			
Período			
13-mai		à	17-jun
Duração (dias)	36	Calendário de irrigações	
Profundidade efetiva do sistema radicular (cm)	25	21-mai	
Evapotranspiração da cultura - ETC (mm dia <sup>-1</sup> )	2,0	31-mai	
Turno de rega (dias)	10	10-jun	
Lâmina bruta do pivô central (mm dia <sup>-1</sup> )	23,5		
Velocidade do pivô central (R%)	13		
Tempo de irrigação (h)	94,1		
		Número de irrigações	
		3	

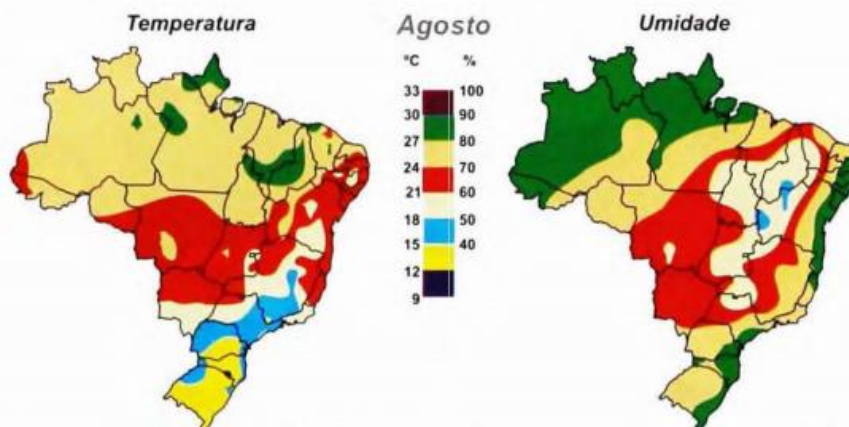
  

Fase 3: Plena floração até o início da maturação dos frutos			
Período			
18-jun		à	23-jul
Duração (dias)	36	Calendário de irrigações	
Profundidade efetiva do sistema radicular (cm)	45	21-jun	
Evapotranspiração da cultura - ETC (mm dia <sup>-1</sup> )	3,20	2-jul	
Turno de rega (dias)	11	13-jul	
Lâmina bruta do pivô central (mm dia <sup>-1</sup> )	42,4		
Velocidade do pivô central (R%)	7,1		
Tempo de irrigação (h)	169,4		
		Número de irrigações	
		3	

Fase 4: Maturação dos frutos à colheita			
Período			
24-jul		à	14-ago
Duração (dias)	22	Calendário de irrigações	
Profundidade efetiva do sistema radicular (cm)	45	25-jul	
Evapotranspiração da cultura - ETC (mm dia <sup>-1</sup> )	2,90	6-ago	
Turno de rega (dias)	12		
Lâmina bruta do pivô central (mm dia <sup>-1</sup> )	42,4		
Velocidade do pivô central (R%)	7,1		
Tempo de irrigação (h)	169,4		
		Número de irrigações	
		2	

**Figura 2.** Tela de planejamento da irrigação via pivô-central para cultura do tomate cultivado em Goiás para processamento industrial (Condições selecionadas na Figura 1).



**Figura 3.** Mapa climatológico com dados históricos de temperatura e umidade relativa média do ar para o mês de agosto (2001) (Marouelli et al., 2008).

**Tabela 5.** Necessidade hídrica e planejamento da irrigação para cultivo de tomate para processamento industrial em Goiás devido influência do microclima nos principais municípios produtores. Solo de textura média, transplântio em maio, L100% = 3 mm e T100% = 11h, híbrido com duração do ciclo de aproximadamente 120 dias.

Cidade	Turno de rega (dias)				Evapotranspiração (mm dia <sup>-1</sup> )				Lâmina Bruta de irrigação (mm)				Nº de irrigações (ciclo)
	F1*	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	
Cristalina	2	10	8	9	1,5	2	4,6	4	3,5	23,5	43,3	42,4	23
Goiânia	2	6	6	7	2,5	3,3	6,3	5,2	5,9	23,3	44,5	42,8	28
Luziânia	2	7	7	8	2,3	3	5,2	4,4	5,4	24,7	42,8	41,4	26
Morrinhos	2	8	8	9	1,8	2,4	4,6	4	4,2	22,6	43,3	42,4	24
Rio Verde	2	6	7	9	2,5	3,3	5,2	4	5,9	23,3	42,8	42,4	26
Silvânia	2	8	8	8	1,8	2,4	4,6	4,4	4,2	22,6	43,3	41,4	24

(\*)F: fase fenológica de desenvolvimento do tomateiro.

**Tabela 6.** Planejamento da irrigação para cultivo de tomate para processamento industrial cultivado em Goiânia-GO em três classes de textura de solo. Transplântio em maio, L100% = 3 mm e T100% = 11h, híbrido com duração do ciclo de aproximadamente 120 dias.

Característica	Textura grossa				Textura média				Textura fina			
	Ciclo Fenológico				Ciclo Fenológico				Ciclo Fenológico			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
Turno de rega (dias)	0,5	4	4	4	2	6	6	7	3	8	7	9
Lâmina de irrigação (mm)	1,5	14,7	26,5	26,5	5,9	23,5	44,4	42,4	8,8	29,4	52,9	52,9
Nº de irrigações	56	9	10	5	13	6	6	3	8	5	5	2

Nas demais saídas de dados (Figura 2) é disponibilizado o ciclo do híbrido escolhido para quatro estádios de desenvolvimento da cultura e as seguintes informações: 1) a data de início e término e duração em dias de cada fase fenológica; 2) profundidade efetiva das raízes; 3) evapotranspiração média diária da cultura (mm dia<sup>-1</sup>); 4) turno de rega (dias) recomendado para cada fase; 5) lâmina bruta de irrigação (mm) e a recomendação de como deve ser regulado o percentímetro do pivô, e o tempo que o pivô gastará para realizar a volta em cada irrigação; 6) além do calendário com as datas em que a irrigação deverá ser realizada em cada fase.

Em uma simulação, mantendo-se todos os dados de entrada constantes (textura do solo média, data do transplântio 01/05 em solo úmido, lâmina do pivô-central a 100% de 3,0 mm, tempo de irrigação (T100%) 11h e híbrido com duração aproximada do ciclo de 120 dias) e variando apenas as localidades, é possível observar a variação no planejamento da irrigação devido ao microclima do município (Tabela 5).

Nas simulações realizadas verificou-se para as mesmas condições de plantio, um produtor com lavoura localizada no município de Goiânia, deverá realizar um maior número de irrigações (28 irrigações ciclo<sup>-1</sup>) para atender a necessidade do tomate, em comparação a uma lavoura localizada em Cristalina

(23 irrigações ciclo<sup>-1</sup>), ou Morrinhos e Silvânia (24 irrigações ciclo<sup>-1</sup>). Esta influência do microclima sob a necessidade hídrica do tomate é facilmente detectada pela planilha proposta, uma vez que é utilizado um banco de dados com normais climatológicas referentes aos seis municípios. Entretanto, um produtor que utilizasse manualmente o método prático para manejo da irrigação de Marouelli et al. (2008), teria dificuldade de identificar exatamente as informações climáticas do seu município, haja vista a generalidade em que estão disponíveis (Figura 3) o que certamente favorece um erro no manejo da irrigação.

O manejo da irrigação normalmente adotado em lavouras de tomate industrial em Goiás, com produtividade média de 85 t ha<sup>-1</sup>, consiste em irrigações diárias estabelecidas com poucos critérios técnicos, sendo aplicado lâminas de 5,0 mm na primeira semana após transplântio (Fase 1); irrigações semanais com lâminas de 20 mm até início do florescimento (Fase 2); e irrigações semanais com lâminas de 30 mm até o corte da irrigação para a colheita (Fases 3 e 4). A planilha revela que este manejo de irrigação empírico, em número de irrigações pode ser recomendado para algumas regiões, como Silvânia, Morrinhos e Cristalina, entretanto, apresenta erros quanto à quantidade de água em excesso aplicada em cada fase, o que pode contribuir para o aparecimento de doenças nas plantas. O conteúdo excessivo de água no solo favorece a

ocorrência de doenças como, murcha bacteriana, causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum* (Marouelli et al., 2005), murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*), murcha de fusário (*Fusarium oxysporum*), murcha de verticílio (*Verticillium dahliae*) e podridão-de-esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Marouelli et al., 2012). Além disso, o excesso de água no solo pode causar lixiviação de nutrientes para baixo da zona radicular (Mendes et al., 2015), sendo estes e outros fatores que provavelmente dificultam o tomateiro de apresentar todo seu potencial produtivo na região. Por outro lado, este manejo empírico, também pode causar déficit hídrico nas plantas, como é o caso de regiões como Goiânia, Luziânia e Rio Verde que necessitariam, segundo a planilha, de 3 a 4 irrigações a mais do recomendado. Assim, a deficiência de água, especialmente durante a frutificação, também compromete o rendimento na cultura do tomate (Marouelli et al., 1991).

Em outra situação, onde nas simulações variou-se as texturas de solo disponíveis, para os demais dados de entrada constantes (Município Goiânia-GO, plantio 01/05 em solo úmido, lâmina a 100% de 3 mm, tempo a 100% de 11h e híbrido com duração do ciclo aproximada em 120 dias) houve variação no planejamento da irrigação (Tabela 6) em função da alteração da disponibilidade real de água (DRA, mm cm<sup>-1</sup>) nos solos: 0,5 (textura grossa), 0,8 (textura média) e 1,0 (textura fina). Nestas condições as evapotranspirações do tomate nas fases 1, 2, 3 e 4 seriam de 2,5; 3,3, 6,30 e 5,20 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Nas condições em que o solo apresenta textura grossa os turnos de regas são menores (até duas vezes ao dia na fase inicial, Tabela 3), o que conduz um maior número de irrigações ao longo do ciclo (80 irrigações ciclo<sup>-1</sup>) para atender a necessidade hídrica do tomate, por outro lado, o solo com textura fina possibilita um menor número de irrigações (20 irrigações ciclo<sup>-1</sup>) e solos com textura média um número intermediário de irrigações (28 irrigações ciclo<sup>-1</sup>).

Como o molhamento frequente da parte aérea do tomateiro é um grande problema, pois favorece o aparecimento de doenças como, septoríose (causada pelo fungo *Septoria lycopersici*), mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), talo-oco (espécies de *Pectobacterium* e *Dickeya*), pinta-preta (*Alternaria solani*) e requeima (*Phytophthora infestans*) (Marouelli et al., 2012), a planilha se mostra uma importante ferramenta também para o planejamento fitossanitário da lavoura, já que normalmente, as pulverizações de fungicidas e outros defensivos são feitas com caráter preventivo e logo após as irrigações.

Diante do exposto, ressalta-se que além de não restringir os usuários, a planilha eletrônica proposta permite que a irrigação seja manejada com uma precisão aceitável, a despeito da não utilização de equipamentos onerosos como, estações meteorológicas, sensores de umidade do solo, com sistemas complexos de aquisição de dados, aumentando a eficiência do uso da água e energia, sem nenhum custo. Portanto, para aqueles irrigantes que ainda não adotam nenhum método de manejo de irrigação, esta pode ser uma fácil e importante ferramenta com grandes benefícios ao produtor, a lavoura e ao meio ambiente.

#### 4. Conclusão

A planilha eletrônica representa uma ferramenta de fácil aplicação e interpretação, para produtores que ainda irrigam de forma prática, e que pretendem adotar o método simplificando, proposto pela Embrapa, para planejamento de manejo de irrigação por pivô-central na cultura do tomate para processamento industrial em Goiás.

#### 5. Referências

- Alves Júnior, J., Sales, D. L. A., Pereira, R. M., Rodriguez, W. D. M., Casaroli, D. & Evangelista, A. W. P. (2015). Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate, em diferentes demandas hídricas. *Irriga*, 3(1), 2970-2980.
- Assunção, P. E. V., Spinelli, E. M. A. & Cardoso, J. S. Caracterização da produção de tomate-industrial no município de Morrinhos/GO: da utilização de defensivos à vantagem dos contratos. (2013). *Teoria e Evidência Econômica*, 19(4), 153-168.
- Campagnol, R., Oviedo, V. R. S. C., Abrahão, C., Mello, C. C. & Minami, K. (2014). Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na Cultura do tomateiro. *Irriga*, 19(3), 345-357.
- HORTIFRUTI: Os desafios do tomate industrial no Brasil. Focorural, Campo Mourão, 11 dez. 2015. Disponível em: <[http://www.focorural.com/detalhes/n/n/7102/17/Os\\_desaafios\\_do\\_tomate\\_industrial\\_no\\_Brasil.html](http://www.focorural.com/detalhes/n/n/7102/17/Os_desaafios_do_tomate_industrial_no_Brasil.html)>. Acesso em: 12 dez. 2015.
- Maggi, C. F., Freitas, P. S. L., Sampaio, S. C. & Dieter, J. (2011). Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(2), 170-177.
- Marouelli, W. A., Silva, H. R. & Carvalho, W. L. S. Irrigação do tomateiro para processamento. Circular Técnica 102. Brasília, mar. 2012. 32 p.
- Mauroelli, W. A., Silva, W. L. C. & Silva, H. R. (2008). Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. (2ªed). Brasília: Embrapa informação tecnológica.
- Marouelli, W. A., Lopes, C. A. & Silva, W. L. C. (2005). Incidência de murcha-bacteriana em tomate para processamento industrial sob irrigação por gotejamento e aspersão. *Horticultura Brasileira*, 23(2), 320-323.
- Marouelli, W. A., Silva, H. R. & Oliveira, C. A. S. (1991). Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(9), 1531-1537.
- Mendes, W. C., Alves Júnior, J., Cunha, P. C. R., Silva, A. R., Evangelista, A. W. P. & Casaroli, D. (2015). Lixiviação de nitrato em função de lâminas de irrigação em solos argiloso e arenoso. *Irriga*, Ed. especial (IRRIGA & INOVAGRI), p. 47-56.
- Nascimento, P. S., Bassoi, L. H. & Paz, V. P. S. (2012). Planilha eletrônica para auxílio à tomada de decisão em manejo de irrigação. *Irriga*, 17(1), 1-15.
- Prando, E. P., Vanzela, L. S., Sena, K. N. & Moraes, G. (2015). Sistema Web de manejo da irrigação. *Irriga*, Ed. especial (Irriga & INOVAGRI), 121-1336.
- Silva Júnior, A. R., Ribeiro, W. M., Nascimento, A. R. & Souza, C. B. (2015). Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: Evolução das áreas de plantio e produção. *Conjuntura econômica Goiana: secretaria de gestão e planejamento do Estado de Goiás*, 97-109.
- Vilela, N. J., Melo, P. C. T., Boiteux, L. S. & Clemente, F. M. V. T. (2012). Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. In: Clemente, F. M. V. T., Boiteux, L. S. (editores técnicos). *Produção de tomate para processamento industrial*. Brasília: Embrapa, 17-27.