

INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO

ÊNIO EDUARDO BASÍLIO¹; ADELMO GOLYSNKI²; ANSELMO AFONSO GOLYSNKI²; CÍCERO JOSÉ DA SILVA²; DANILO SILVA DE OLIVEIRA¹ E ROBSON FERREIRA DIAS³

¹ Mestres em Olericultura, Técnico Administrativo do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, Rod. Br 153, Km 633, Zona Rural Morrinhos – GO, CEP: 75650-000, Brasil, enio.basilio@ifgoiano.edu.br; daniilo.oliveira@ifgoiano.edu.br;

² Professores do Curso de Agronomia e Mestrado Profissional em Olericultura do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, Rod. BR 153, Km 633, Zona Rural Morrinhos – GO, CEP: 75650-000, Brasil, adelmo.golynski@ifgoiano.edu.br; anselmo.golynski@ifgoiano.edu.br; cicero.silva@ifgoiano.edu.br;

³ Técnico em Agropecuária, Técnico Administrativo do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, Rod. Br 153, Km 633, Zona Rural Morrinhos – GO, CEP: 75650-000, Brasil, robson.dias@ifgoiano.edu.br;

1 RESUMO

O objetivo da pesquisa foi avaliar por dois anos consecutivos a influência de intervalos de irrigação sob a produtividade de dois híbridos de tomateiro para processamento, irrigados por aspersão convencional, nas condições de cerrado do Sul de Goiás. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas, utilizaram-se dois híbridos de tomateiro (BRS Sena e Heinz 9553) e nas subparcelas cinco intervalos de irrigação (1, 3, 5, 7 e 9 dias). Na colheita, avaliou-se a percentagem de transformação de flor em frutos (%FL/FT), a produtividade total de frutos (PTF), a percentagem de frutos verdes (%FV), maduros (%FM) e podres (%FP), a produtividade da água (PA) e os teores de sólidos solúveis totais (SST). O BRS Sena apresentou maiores teores de SST do que o Heinz 9553. O melhor intervalo de irrigação para obter maior %FL/FT, PTF e PA, depende do híbrido e das condições edafoclimáticas. Maiores intervalos de irrigação proporcionam menor incidência de %FP e maior %FV, independentemente do híbrido e do ano de avaliação. A utilização de intervalos de irrigação de acordo com cada híbrido demonstra ser uma alternativa para o aumento da PTF, o que influencia diretamente PA.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* Mill, turno de rega, produtividade da água, estresse hídrico.

BASÍLIO, E. E.; GOLYSNKI, A.; GOLYSNKI, A. A.; SILVA, C. J. da; OLIVEIRA, D. S. de; DIAS, R. F.

IRRIGATION INTERVALS IN TOMATO CULTIVATION FOR INDUSTRIAL PROCESSING

2 ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate for two consecutive years irrigation intervals influence in the productivity of two tomato hybrids for industrial processing, irrigated by

conventional spraying, in Cerrado conditions in South of Goiás. The experiment was conducted under a randomized complete block design, with four replications, in subdivided plot scheme. In the plots, two tomato hybrids (BRS Sena and Heinz 9553) were used and in the subplots five irrigation intervals (1, 3, 5, 7 and 9 days). At harvest, percentage of flower transformation in fruits (% FL/FT), total fruit productivity (PTF), green fruits percentage (%FV), mature (%FM) and rotten (% FP), water productivity (PA) and total soluble solids (SST) were assessed. BRS Sena presented higher levels of SST than Heinz 9553. The best irrigation interval to obtain higher % FL/FT, PTF and PA, depends on hybrid and edaphoclimatic conditions. Larger irrigation intervals provide lower incidence of %FP and higher %FV, regardless of the hybrid and the evaluation year. The use of irrigation intervals according to each hybrid proves to be an alternative for the increase of PTF, which directly influences PA.

Keywords: *Solanum lycopersicum* Mill, irrigation interval, water productivity, water stress.

3 INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro para processamento industrial tem grande importância social e econômica no Brasil, sendo o estado de Goiás o maior produtor do país. O município de Morrinhos - GO é o segundo maior produtor do Estado, superado apenas pelo município de Cristalina. Em Morrinhos a cultura é fundamental na geração de receitas e empregos diretos e indiretos no município, onde abriga três grandes empresas de processamento de tomate (SILVA JUNIOR et al., 2015).

Assim como nas demais regiões brasileiras, o cultivo do tomate rasteiro destinado ao processamento industrial no Cerrado goiano é realizado durante a estação seca, o que faz a irrigação ser essencial para a obtenção de alta produtividade e qualidade dos frutos (MAROUELLI et al., 2012).

Apesar de ser uma prática incorporada ao sistema produtivo do tomateiro, a irrigação é muitas vezes, realizada de forma inadequada por grande parte dos produtores (SILVA et al, 2018). Embora, existam tecnologias disponíveis para o manejo racional da irrigação, a decisão de quando, como e quanto irrigar, não são tomadas com base em parâmetros

quantitativos, relacionados à dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera, mas apenas em observações visuais da cultura e do horizonte superficial do solo (MAROUELLI et al., 2000).

O manejo da irrigação constitui fator preponderante para o êxito da tomaticultura industrial, pois minimiza a incidência de doenças, os custos com água e energia, maximiza o desenvolvimento das plantas, a produtividade, a eficiência no uso de água e de nutrientes, tornando a atividade mais lucrativa (HANSON et al., 2009; MAROUELLI et al., 2012). De acordo com Melo e Vilela (2005), o manejo da irrigação é considerado como um dos principais desafios para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. Uma vez que a água é um dos fatores mais importantes que afetam o desenvolvimento das plantas de tomateiro.

Silva et al. (2013), concluíram que o número de frutos e a produtividade são os componentes da produção que mais são influenciados negativamente, pelo déficit e pelo excesso de água disponível no solo. O déficit hídrico diminui o número de flores e frutos, a massa média dos frutos e a produtividade, embora nessa condição, geralmente ocorre maior produtividade da água, concentração da maturação de frutos e teor de sólidos solúveis totais

(BACALLAO; FUNDORA, 2014; FAVATI et al., 2009; MAROUELLI; SILVA, 2006; MORALES et al., 2015; MOREIRA et al., 2012; PATANÈ; TRINGALI; SORTINO, 2011).

O intervalo das irrigações, a necessidade hídrica da cultura e a sua resposta à irrigação variam de acordo com a cultura, o cultivar, as características físicas do solo e demais condições edafoclimáticas da região. Estas práticas devem ser adotados com base em pesquisas locais para cada cultivar e não em práticas que tiveram sucesso em outras regiões (ANGELOCCI, 2002; BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

Em condições de casa de vegetação, em Campinas – SP, Pires et al. (2009) com tomateiro de mesa Sahel, observaram que frequências de irrigação de uma, três, quatro e cinco vezes por dia resultaram nas maiores produções de frutos comerciáveis de tomateiro, em comparação com a irrigação em dias alternados.

De acordo Monte et al. (2009), em condições de campo em Seropédica - RJ, com tomateiro de mesa (híbrido Débora tipo longa vida), a cultura apresenta maior produtividade quando irrigada com turnos de rega de dois dias, se comparado com turno de rega diário, turno de rega alternado de um dia e turno de rega alternado de três dias.

Em condições de campo de Brasília – DF, com tomateiro industrial híbrido Heinz 9992, Marouelli e Silva (2006) avaliaram intervalos de irrigação (0,25; 0,5; 1; 2; 4; e 8 dias) e concluíram que o turno de rega de aproximadamente um dia proporcionou a maior produtividade da cultura, cerca de 138 t ha⁻¹. Enquanto que as percentagens de frutos podres e de maturação de frutos apresentaram efeito linear decrescente e crescente respectivamente, na medida em que aumentaram o turno de rega.

Todavia, pouco se sabe ainda a respeito de intervalos de irrigação para tomateiro para processamento industrial para as condições de Cerrado. Uma vez que as pesquisas são escassas e a definição de um turno de rega adequado está relacionado a cultivar de tomateiro, ao solo e demais condições edafoclimáticas do local.

O objetivo da pesquisa foi avaliar por dois anos consecutivos a influência de intervalos de irrigação sob a produtividade de dois híbridos de tomateiro para processamento, irrigados por aspersão convencional, nas condições de Cerrado do Sul de Goiás.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada a campo na área experimental de fruticultura do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos – GO, latitude de 17°49'11,4'' Sul, longitude 49°12'9,3'' Oeste e altitude de 890 metros. O clima local, segundo classificação de Köppen 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.

A pesquisa foi realizada por dois anos consecutivos, no período de abril a agosto de 2014 e de junho a outubro de 2015. A variação da época de plantio dos dois experimentos foi em função do zoneamento do plantio de tomate, que é estabelecido ao município de Morrinhos – GO (AGRODEFESA, 2008).

O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho distrófico, cultivado anteriormente com milho. Antes da instalação do primeiro experimento, foram realizadas amostragens de solo para análise física de granulometria e química, nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidade, que foram enviadas ao laboratório de solo da

Embrapa Hortaliças para realização das análises, interpretação e recomendação de adubação (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado de análise química e física do solo da área experimental no ano de 2014, em Morrinhos – GO

Unidades	Análise Química e Granulométrica	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm
pH água	6,1	5,5
P (mg dm ⁻³)	2,3	1,5
K (mg dm ⁻³)	40,0	35,0
Na (cmol _c dm ⁻³)	9,0	8,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,6	1,8
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,8	0,8
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,0	0,1
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,1	2,9
Matéria Orgânica (g dm ⁻³)	28,5	26
r (g cm ⁻³)	1,18	1,15
Areia (%)	39,0	39,1
Silte (%)	32,1	32,5
Argila (%)	28,9	28,4

Metodologia utilizada: pH – eletrodo em suspensão solo: água (1:2,5); P, K e Na – Mehlich 1; Ca, Mg e Al – Cloreto de potássio; H+AL – acetato de cálcio a pH 7,0; Matéria Orgânica – oxidação via úmida (teor de carbono orgânico x 1,724), r é a densidade do solo.

A recomendação da adubação em ambos os anos de pesquisa foi realizada de acordo com a análise de solo e para uma produtividade esperada de 130 t ha⁻¹, com aplicação proporcional de 130 kg ha⁻¹ de ureia, 1750 kg ha⁻¹ de super triplo, 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 12 kg ha⁻¹ de ácido bórico, 20 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e 200 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio. A adubação de cobertura foi realizada 20 dias após o transplante das mudas, com 470 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

Através de amostras indeformadas da camada de 0-20 cm, determinou-se a curva de retenção de água do solo. Os valores foram ajustados pelo modelo proposto por Genuchten (1980) (Equação 01), cujos parâmetros foram calculados utilizando metodologia proposta por Wraith e Or (1998). Utilizando a equação de Genuchten (1980) e os parâmetros de ajuste calculados para o solo, determinou-se o teor de água na capacidade de campo

($\Theta_{cc} = 29,4\%$), estimado com a tensão de -10 kPa e teor de água no ponto de murcha permanente ($\Theta_{PMP} = 21,36\%$), estimado com tensão de -1500 kPa.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_{sat} - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \cdot |\Psi_m|)^n\right]^m} \quad (01)$$

Em que: θ é o conteúdo de umidade do solo (cm³ cm⁻³); θ_r é o conteúdo residual de umidade do solo (cm³ cm⁻³); θ_{sat} é o conteúdo saturado de umidade do solo (cm³ cm⁻³); Ψ_m - potencial matricial da água do solo (kPa); α , n e m são parâmetros empíricos adimensionais de ajuste ($m = 1-1/n$)

O preparo do solo em ambas as pesquisas, foi realizado de forma convencional com uma subsolagem cruzada, uma gradagem com grade aradora e uma gradagem com grade niveladora

destorroadora na véspera do transplante das mudas e instalação do sistema de irrigação. Os controles das plantas invasoras, pragas e doenças foram realizados seguindo as recomendações técnicas para a cultura na região. As aplicações para controle de pragas e doenças foram realizadas através de pulverizador de barra tratorizado, de forma preventiva, semanalmente, alternando produtos de princípios ativos e modo de ação diferentes, em cada fase de desenvolvimento da cultura, com o objetivo de permitir à cultura expressar o seu máximo potencial produtivo.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas (2x5). Nas parcelas, utilizaram-se dois híbridos de tomateiro (BRS Sena e Heinz 9553) e nas subparcelas cinco intervalos de irrigação (1, 3, 5, 7 e 9 dias). Cada parcela experimental constituiu-se de cinco subparcelas. Cada subparcela foi composta de três fileiras de plantas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 1,2 m entre linhas e 0,238 m entre plantas, totalizando aproximadamente 63 plantas por subparcela e um estande de 35000 plantas ha⁻¹. A fileira central foi considerada a área útil da parcela e as duas laterais bordaduras. As parcelas (híbridos) foram dispostas uma ao lado da outra ao longo de cada bloco, para facilitar a instalação e operação do sistema de irrigação. Enquanto as subparcelas e os blocos foram espaçados entre si, de forma que não ocorresse interferência de irrigação entre os tratamentos.

As mudas de tomateiro (BRS Sena e Heinz 9553) utilizadas nos dois experimentos foram produzidas com sementes comerciais, utilizando substrato comercial em bandejas plásticas com 450 células, em viveiro especializado na produção de mudas de tomateiro. O

transplante das mudas foi realizado 26 dias após a semeadura, em ambas as pesquisas.

Os experimentos foram irrigados por um sistema de irrigação por aspersão convencional, com aspersores setoriais, operando com ângulo de ação de 90°, raio de alcance de 6,8 metros, vazão de 170 L h⁻¹, pressão de operação de 170 kPa, altura em relação ao solo de 0,40 m, intensidade de aplicação de 13,8 mm h⁻¹ e com todos tratamentos recebendo lâminas iguais de irrigação. Cada duas subparcelas foram irrigadas por quatro aspersores, posicionados nas suas quatro extremidades. Antes do transplante das mudas no primeiro ano de pesquisa foi realizado o teste de Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) na área experimental, conforme metodologia descrita por Bernardo, Soares e Mantovani (2009), onde obteve-se um CUC de 80%.

A Evapotranspiração da Cultura (ETc) foi calculada levando em consideração a Evaporação do Tanque Classe A (ECA) em mm, o Coeficiente do Tanque (Kp) e o Coeficiente de Cultivo (Kc) (Equação 2). A Lâmina Total Necessária (LTN) foi calculada em função da ETc e da eficiência do sistema de irrigação por aspersão (Equação 3).

$$ETc = ECA \cdot Kp \cdot Kc \quad (02)$$

Em que: ETc é evapotranspiração da cultura (mm); ECA é a evaporação do tanque classe A (mm dia⁻¹); Kp coeficiente do tanque classe A; e Kc é o coeficiente de cultivo.

$$LTN = \frac{ETc}{EF} \quad (03)$$

Em que: LTN é a lâmina total necessária (mm); ETc é a Evapotranspiração da cultura (mm); EF é a eficiência do sistema de irrigação por aspersão (0,8).

Como coeficiente de cultivo (K_c), adotou-se as recomendações de Marouelli, Silva e Silva (1996) para cada fase de desenvolvimento de tomateiros para processamento industrial: 0,55 na fase inicial (do transplante até o 20º dia); 0,55 a 0,65 na fase vegetativa (do 20º ao 50º dia); 0,65 a 0,85 na fase de frutificação (do 50º ao 90º dia) e; 0,85 a 0,65 na fase de maturação (do 90º dia até a colheita). Como valor de K_p , adotou-se 0,8, conforme recomendado por Guerra et al. (2005) para condições do Cerrado.

O tempo de irrigação do experimento foi calculado em função da LTN, da precipitação (P) e da intensidade de aplicação do aspersor (IA) (Equação 04).

$$T_i = \frac{(LTN - P)}{IA} \quad (04)$$

Em que: T_i é o tempo de irrigação (horas); LTN é a lâmina total necessária da cultura, acumulada para cada intervalo (1, 3, 5, 7 e 9 dias) (mm); P é a precipitação ocorrida no período (mm); IA é a intensidade de aplicação do aspersor ($13,8 \text{ mm h}^{-1}$).

As irrigações foram realizadas diariamente durante os oito primeiros dias após o transplante das mudas (DAT), repondo a ET_c das plantas e deixando o solo com grau de umidade próximo à capacidade de campo, visando garantir o pegamento das mudas. Após o oitavo dia do transplante, as plantas foram irrigadas dia sim dia não, até os 35 DAT. A partir de então, passaram a ser submetidas aos tratamentos até aos 100 DAT, quando a irrigação foi suspensa em todos os tratamentos, visando garantir a uniformidade de maturação dos frutos.

Os dados de ECA e precipitação foram obtidos por meio de um tanque classe A e um pluviômetro, instalados dentro da área experimental. Os demais dados climatológicos foram obtidos da

estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO, localizada acerca de 200 m do experimento.

A colheita foi realizada de forma manual aos 125 DAT, colhendo apenas a fileira central de cada subparcelas, avaliado as seguintes variáveis agronômicas: percentagem de transformação de flor em frutos (%FL/FT), obtida através da marcação de 100 flores por planta, em cinco plantas escolhidas ao acaso em cada tratamento aos 60 DAT e posterior contagem dos frutos resultantes no momento da colheita; produtividade total de frutos (PTF), obtida em função da massa total de frutos colhidos por tratamento, o número de plantas que foram colhidas em cada tratamento e o estande de plantas estimadas por ha (35000 plantas); percentagem de frutos verdes (%FV), maduros (%FM) e podres (%FP), calculada pela razão entre a produtividade de frutos verdes, maduros e podres e a produtividade total de frutos; produtividade da água (PA), calculada através da relação entre a produtividade de cada tratamento (kg) e a quantidade de água aplicada na cultura (m^3), incluindo as precipitações, ao longo da condução dos experimentos; teor de sólidos solúveis totais (SST), avaliado a partir de uma amostra do suco de vinte frutos maduros, medidos com refratômetro analógico.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F. Quando verificado significância, as médias referentes aos híbridos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, e os intervalos de irrigação comparados por regressão polinomial, utilizando o programa estatístico SISVAR (Sistema de Análise de Variância).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambos os experimentos foram conduzidos por um período de 125 dias. No primeiro ano da pesquisa a temperatura máxima e mínima registradas pela estação meteorológica foi de 32,30 e 8,10 °C, ocorrida aos 117 DAT e 64 DAT, respectivamente e a temperatura média foi de 20,90 °C. Já no segundo ano, a temperatura máxima e mínima registrada foi de 35,4 e 11 °C aos 117 DAT e 64 DAT e a temperatura média 22,6 °C.

As máximas evaporações do tanque classe A foi de 7,68 e 13,80 mm dia⁻¹, ocorrida aos 80 e 96 DAT no primeiro e segundo ano da pesquisa, respectivamente. Durante o período experimental de 2014 ocorreram 98,35 mm de precipitação, sendo que 80 mm caíram após os 99 DAT. Enquanto em 2015, tiveram 85,50 mm de precipitação, sendo que 50 mm ocorreram na fase inicial do experimento, até aos 36 DAT e 35,50 mm nos 30 dias finais da pesquisa.

A lâmina total de água aplicada na cultura, considerando a evapotranspiração da cultura, a eficiência do sistema de irrigação, a precipitação, independentemente do híbrido, foi de 421 e 535 mm em 2014 e 2015, respectivamente. A diferença na quantidade de água aplicada na cultura de um ano para o outro (114 mm), ocorreu devido ao período experimental de 2015 ter sido em um época mais quente e seca em relação à de 2014, o que ocasionou maior evapotranspiração da cultura no segundo ano.

Independentemente do ano de pesquisa, os híbridos tiveram efeito significativo de até 5% de probabilidade pelo teste F, sobre todas as variáveis analisadas, exceto a %FV, PTF e PA em

2015. Os intervalos de irrigação influenciaram a maioria das características avaliadas em nível de até 5% de probabilidade, exceto %FL/FT e %FM em 2014 e o SST em 2014 e 2015. Ocorreu interação significativa de intervalos de irrigação x híbridos ($p < 0,05$) sobre %FL/FT, %FM, PTF e PA em 2014 e 2015 e sobre %FV em 2015. Para os demais parâmetros, não houve diferenças estatísticas significativas.

No primeiro ano de pesquisa, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, independentemente do turno de rega avaliado, o híbrido BRS Sena apresentou maior PTF e PA que o Heinz 9553 (Tabela 1). Enquanto que no segundo ano, nas menores frequência de irrigação (1 e 3 dias), o BRS Sena obteve maior PTF e PA que o Heinz, já nos maiores intervalos (5, 7 e 9 dias), o Heinz 9553 alcançou melhor desempenho. Independentemente do intervalo de irrigação avaliado no segundo ano, o híbrido BRS Sena apresentou maior %FV se comparado ao Heinz 9553, exceto para o menor turno de rega, quando não ocorreram diferenças significativas entre os dois híbridos (Tabela 2).

Independentemente do ano de avaliação, o BRS Sena produziu mais %FP e apresentou maior teor de SST que o Heinz 9553. Enquanto a taxa de transformação de flor em fruto (%FL/FT) do Heinz 9553 foi maior que a do BRS Sena, exceto no turno de rega de cinco dias do primeiro ano de pesquisa, que não ocorreu diferenças significativas entre os híbridos. A taxa de maturação (%FM) do Heinz 9553 foi maior que a do BRS Sena, independentemente do intervalo de irrigação avaliado, exceto nos turnos de rega de sete e nove dias em 2014 e no turno de rega de um dia em 2015 (Tabela 2; Tabela 3).

Tabela 2. Produtividade total de frutos (PTF), percentagem de frutos podres (%FP), maduros (%FM), taxa de transformação de flores em frutos (%FL/FT), produtividade da água (PA) e sólidos solúveis totais (SST) de frutos de tomateiros, em função de intervalos de irrigação em 2014, Morrinhos - GO.

Característica avaliada	Híbrido	Intervalos de Irrigação (Dias)					Média
		1	3	5	7	9	
PTF (t ha ⁻¹)	Heinz 9553	63,66b	68,87b	68,77b	81,36b	61,33b	68,80
	BRS Sena	76,58a	82,88a	96,84a	84,78a	71,44a	82,50
DMS:3,354	Média	70,12	75,87	82,80	83,07	66,38	75,65
%FP (%)	Heinz 9553	22,19	20,48	17,68	15,14	8,98	16,89a
	BRS Sena	25,75	22,13	18,68	15,31	10,47	18,47b
DMS:0,74	Média	23,97	21,31	18,18	15,23	9,72	17,68
%FM (%)	Heinz 9553	70,26a	69,35a	68,92a	67,19a	67,24a	68,59
	BRS Sena	64,72b	63,78b	65,66b	66,90a	66,08a	65,27
DMS:2,57	Média	67,49	66,56	67,29	66,65	66,66	66,93
%FL/FT	Heinz 9553	45,51a	48,79a	48,83a	55,47a	46,44a	43,27
	BRS Sena	39,78b	41,23b	48,88a	43,89b	42,36b	49,01
DMS:3,70	Média:	42,74	45,01	48,85	49,68	44,40	46,14
PA (kg m ⁻³)	Heinz 9553	15,22b	16,36b	16,33b	19,33b	14,57b	16,34
	BRS Sena	18,19a	19,69a	23,00a	20,14a	16,97a	19,60
DMS:0,80	Média:	16,66	18,03	19,67	19,33	15,77	17,97
SST (°Brix)	Heinz 9553	4,75	4,98	5,08	4,95	5,03	4,96b
	BRS Sena	5,20	5,10	5,18	5,10	5,10	5,14a
DMS:0,17	Média	4,98	5,04	5,13	5,03	5,06	5,05

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma característica avaliada e híbrido, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

A diferença de comportamento da PTF e PA dos híbridos de um ano para o outro em relação aos turnos de rega, provavelmente ocorreu devido ao período experimental de 2015 ter ocorrido em uma época mais quente e seca que a de 2014. O BRS Sena por apresentar um maior vigor vegetativo, sentiu mais o déficit hídrico devido a maior variação do teor de umidade do solo nos maiores intervalos de

irrigação, o que resultou em menores produtividades nestes turnos de rega, quando comparado ao outro híbrido (Tabela 3). O híbrido BRS Sena quando foi submetido a condições de cultivo de maior demanda hídrica (como no segundo experimento e com maiores turnos de rega) apresentou maior %FV e menor %FM se comparado ao Heinz 9553.

Tabela 3. Produtividade total de frutos (PTF), porcentagem de frutos verdes (%FV), podres (%FP), maduros (%FM), taxa de transformação de flores em frutos (%FL/FT), produtividade da água (PA) e sólidos solúveis totais (SST) de frutos de tomateiros, em função de intervalos de irrigação em 2015, Morrinhos - GO.

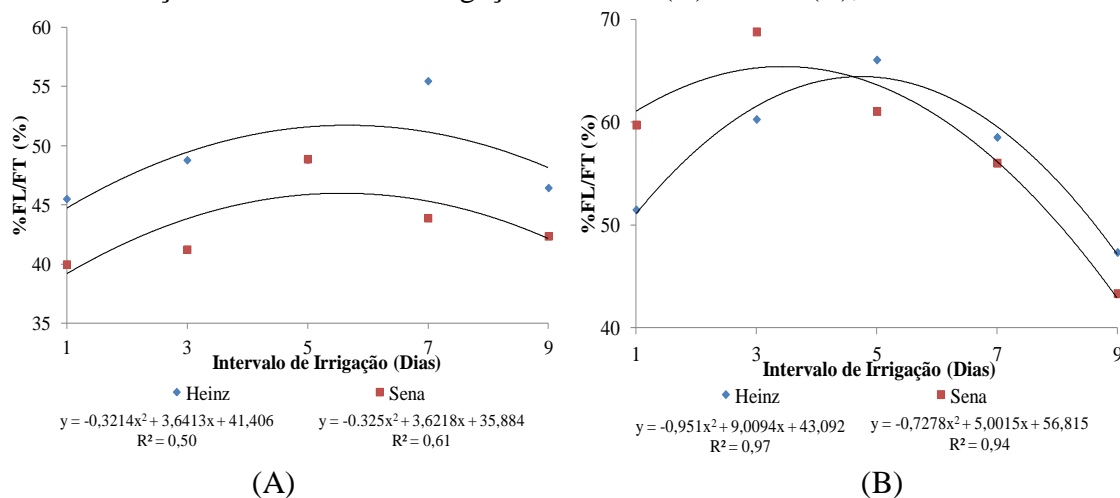
Característica avaliada	Híbrido	Intervalos de Irrigação (Dias)					Média
		1	3	5	7	9	
PTF (t ha ⁻¹)	Heinz 9553	89,61b	100,96b	118,73a	91,23a	72,96a	94,70
	BRS Sena	98,75a	120,54a	99,15b	88,03b	65,44b	94,38
DMS:3,10	Média	94,18	110,75	108,94	89,63	69,20	94,54
%FV (%)	Heinz 9553	7,43a	7,60a	8,86a	9,90a	16,33a	10,02
	BRS Sena	7,56a	10,15b	13,40b	17,67b	23,60b	14,48
DMS:1,26	Média	7,49	8,88	11,13	13,78	19,96	12,25
%FP (%)	Heinz 9553	22,58	20,11	16,59	13,60	9,23	16,42a
	BRS Sena	23,16	20,41	18,21	15,91	12,65	18,07b
DMS:0,72	Média	22,87	20,26	17,40	14,76	10,94	17,24
%FM	Heinz 9553	69,99a	72,29a	74,55a	76,50a	74,44a	73,55
	BRS Sena	69,29a	69,44b	68,39b	66,42b	63,76b	75,55
DMS:2,24	Média:	69,64	70,80	71,47	71,46	69,10	70,61
%FL/FT	Heinz 9553	51,50a	60,29a	66,07a	58,55a	47,36a	56,76
	BRS Sena	59,75b	68,80b	61,07b	56,04b	43,36b	57,81
DMS:1,21	Média:	55,63	64,55	63,57	57,30	45,36	57,28
PA (kg m ⁻³)	Heinz 9553	16,75b	18,87b	22,19a	17,05a	13,64a	17,70
	BRS Sena	18,46a	22,53a	18,19b	16,45b	12,23b	17,64
DMS:0,58	Média	17,60	20,70	20,36	16,76	12,94	17,67
SST (°Brix)	Heinz 9553	4,85	4,80	4,80	4,80	4,95	4,84b
	BRS Sena	4,95	5,00	5,03	5,00	5,05	5,01a
DMS:0,05	Média	4,90	4,90	4,91	4,90	5,00	4,92

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma característica avaliada e híbrido, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

Independentemente do ano de avaliação, as maiores e menores frequências de irrigação diminuíram a %FL/FT para os dois híbridos avaliados. Em 2014 a maior %FL/FT foi estimada em 51,72 e 48,97% para o Heinz 9553 e o BRS Sena, respectivamente, com seis dias

de intervalo de irrigação para ambos os híbridos. Enquanto em 2015, a maior %FL/FT foi estimada em 64,43 e 65,41% com intervalos de irrigação de 5 e 3 dias para o Heinz 9553 e o BRS Sena, respectivamente.

Figura 1. Taxa de transformação de flores em fruto (%FL/FT) de plantas de tomateiro em função de intervalos de irrigação em 2014 (A) e 2015 (B), Morrinhos – GO.

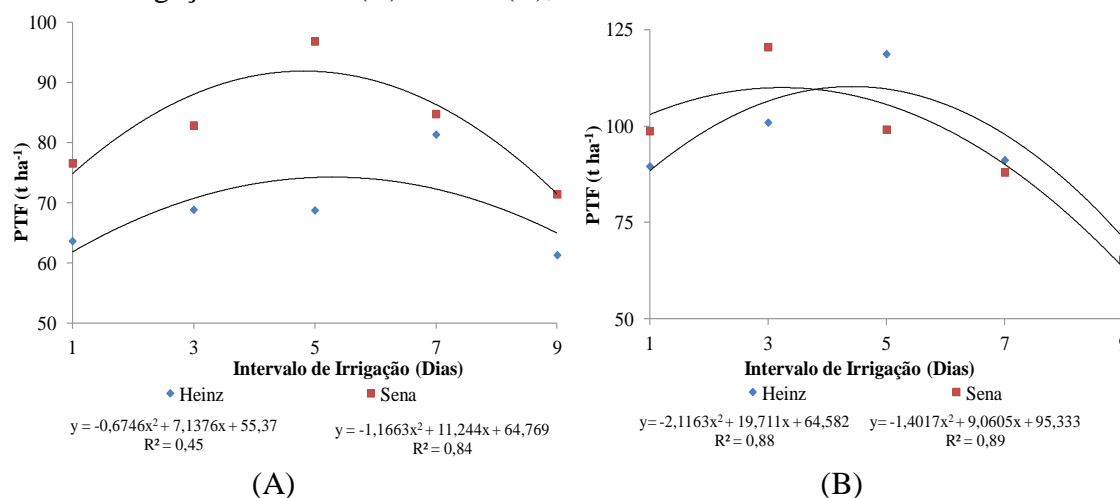


Os resultados da %FL/FT encontrados para os tomateiros Heinz 9553 e BRS Sena nos maiores intervalos de irrigação, ocorreram devido a grandes variações do teor de umidade do solo e consequentemente mais estresse hídrico para as plantas, associado ao fato do ano de 2015 ter sido um ano mais seco, se comparado ao de 2014. De certa forma, os resultados encontrados corroboram com os observados por Bacallao e Fundora (2014), que concluíram que sob déficit hídrico

diminui o número de flores e frutos das plantas do tomateiro.

Independentemente do ano de avaliação, as menores e maiores frequência de irrigação diminuíram a PTF dos híbridos de tomateiro. A máxima PTF foi estimada em 74,25 e 92,00 t ha⁻¹, com intervalos de irrigação de cinco dias em 2014 (Figura 2A) e em 110,48 e 109,98 t ha⁻¹ com intervalos de irrigação de cinco e três dias em 2015 (Figura 2B), para os híbridos Heinz 9553 e BRS Sena, respectivamente.

Figura 2. Produtividade total de frutos de tomateiros (PTF) em função de intervalos de irrigação em 2014 (A) e 2015 (B), Morrinhos - GO



Analisando a %FL/FT e PTF, fica evidente que existe uma relação direta entre a taxa de pegamento de flores e a produtividade da cultura, fato também enfatizado por Bacallao e Fundora (2014) no cultivo de tomateiro. O menor intervalo de irrigação estimado para o híbrido BRS Sena para %FL/FT e PFT no segundo experimento, provavelmente ocorreu em função da época mais quente e seca do período experimental de 2015 em relação ao de 2014 e devido às características morfológicas do próprio híbrido, que o fez sentir mais o estresse hídrico decorrente da maior variação do teor de umidade no solo nos maiores intervalos de irrigação.

Os resultados de produtividade encontrados dos dois híbridos em função dos intervalos de irrigação, corroboram com os resultados observados por Silva et al. (2013) para o tomateiro Caline IPA6 em casa de vegetação, quando verificaram que o número de frutos e a produtividade são influenciados negativamente pelo déficit e pelo excesso de água disponível no solo.

A menor produtividade dos híbridos de tomateiro nos maiores intervalos de irrigação, ocorreu devido a maior variação da umidade do solo e consequentemente maior estresse hídrico das plantas, o que colabora com os resultados encontrados por Patané, Tringali e Sortino (2011), Moreira et al. (2012) e Bacallao e Fundora (2014), que concluíram que em condições de déficit hídrico a produtividade do tomateiro é severamente prejudicada.

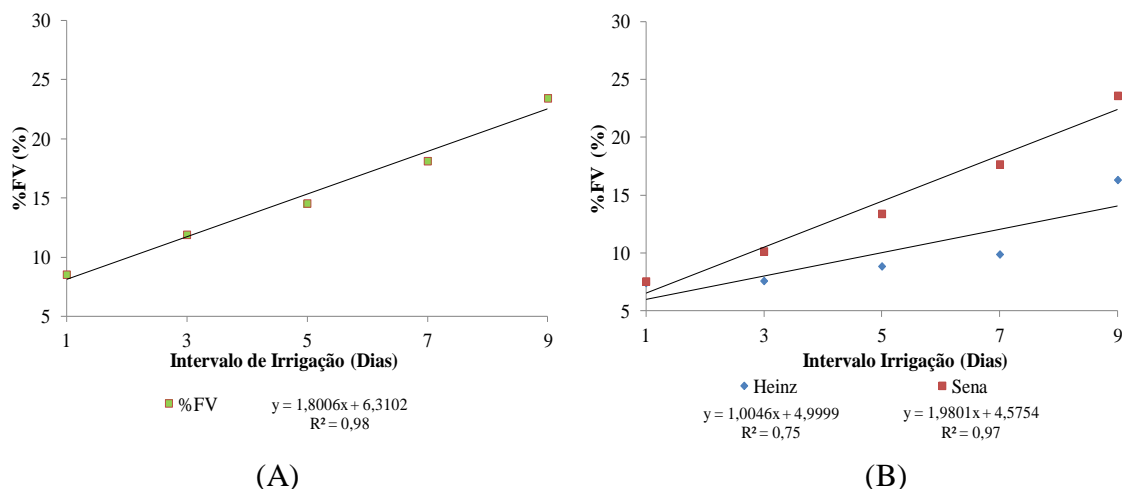
Os resultados de produtividade encontrados são condizentes com os observados por Monte et al. (2009) em Seropédica – RJ, com tomateiro Débora tipo longa vida cultivado em campo,

quando concluíram que irrigações com frequência de um dia não favoreceu a produtividade de frutos de tomateiro, sendo a maior produtividade (1,79 kg planta⁻¹) estimada com turno de rega de dois dias.

Os intervalos de irrigação que culminaram em maior produtividade, independentemente do ano da pesquisa e do híbrido avaliado, divergiram dos resultados observados por Marouelli e Silva (2006), que em condições de campo de Brasília – DF, com tomateiro industrial híbrido Heinz 9992, concluíram que o turno de rega de aproximadamente um dia proporcionou a maior produtividade da cultura, cerca de 138 t ha⁻¹. Os resultados divergem também dos resultados de Pires et al. (2009) com tomateiro de mesa Sahel, quando observaram que frequências de irrigação de uma, três, quatro e cinco vezes por dia proporcionaram a maior produtividade de frutos comerciáveis de tomateiro (média de 5,6 kg planta⁻¹), em comparação com turno de rega de dias alternados quando as plantas produziram em média 4,5 kg planta⁻¹.

No primeiro ano de pesquisa, independentemente do híbrido avaliado, a %FV apresentou comportamento linear crescente à medida que aumentou os intervalos de irrigação (Figura 3A). Já no segundo ano de pesquisa, período mais seco e quente em relação ao primeiro, os dois híbridos apresentaram comportamento linear crescente para %FV, à medida que aumentou os intervalos de irrigação. Entretanto, o BRS Sena comportou-se de forma diferente em relação ao Heinz 9553, à medida que foi aumentando o turno de rega, o BRS Sena elevou a %FV em relação ao Heinz 9553 (Figura 3B).

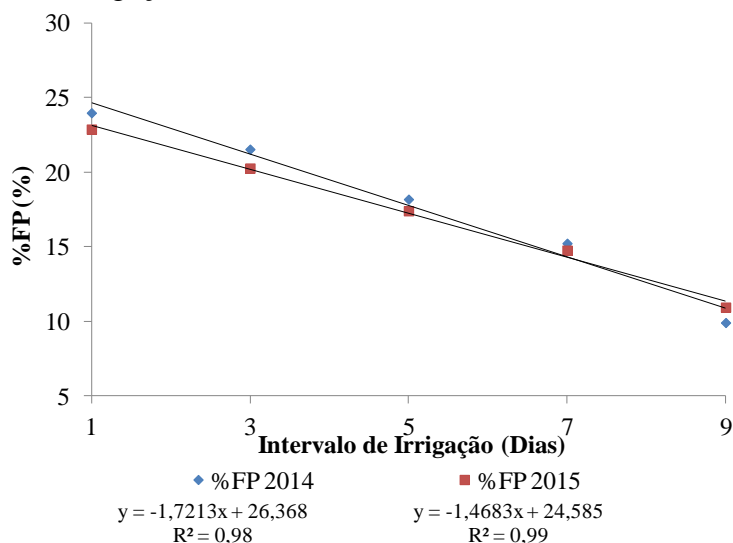
Figura 3. Percentagem de frutos verdes (%FV) de tomateiros em função de intervalos de irrigação em 2014 (A) e 2015 (B), Morrinhos - GO.



A maior concentração de frutos verdes à medida que aumentou os intervalos de irrigação contradiz com os resultados encontrados na literatura, que na maioria dos estudos revelaram que em condições de aumento do estresse hídrico das plantas ocorre maior concentração da maturação dos frutos de tomateiro (BACALLAO; FUNDORA, 2014; MAROUELLI; SILVA, 2006; PATANÊ; TRINGALI; SORTINO, 2011;).

Independentemente do ano e do híbrido avaliado, a %FP diminuiu linearmente à medida que diminuiu as frequências de irrigação (Figura 4). Os menores intervalos de irrigação aumentaram o período de molhamento foliar e umidade da superfície do solo, o que ocasionou um microclima favorável a maior podridão de frutos nestas condições, elevando o %FP.

Figura 4. Percentagem de frutos podres (%FP) de tomateiros em 2014 e 2015 em função de intervalos de irrigação, Morrinhos - GO.

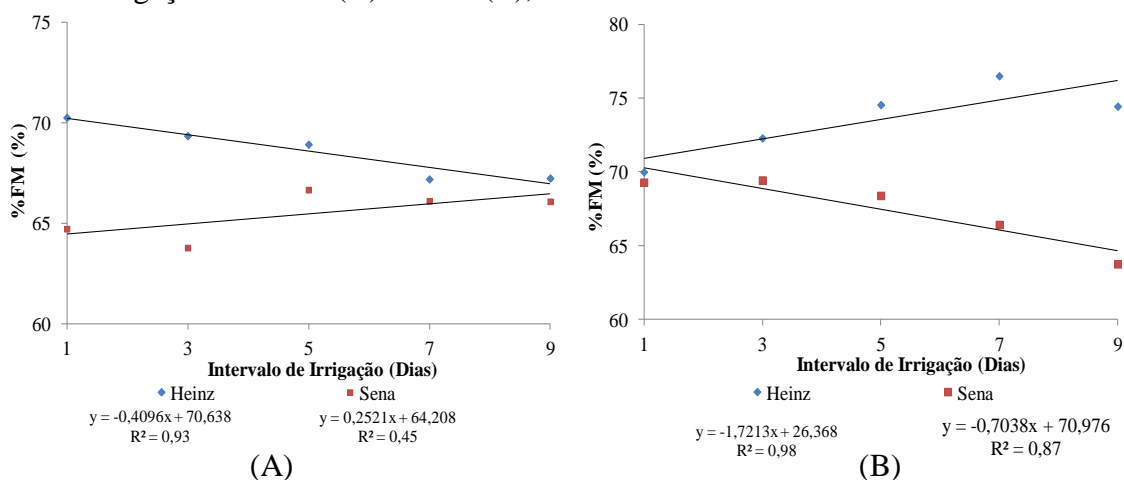


Os resultados observados de frutos podres, independentemente do ano e híbrido avaliado, são semelhantes aos encontrados por Marouelli e Silva (2006) com o híbrido Heinz 9992 em Brasília - DF, quando avaliando intervalos de irrigação (0,25; 0,5; 1; 2; 4; e 8 dias) observaram efeito linear decrescente de frutos podres à medida que aumentaram os intervalos de irrigação. Todavia, resultados distintos foram encontrados por Monte et al. (2009), testando reposição de água diária, turno de rega de 1, 2 e 3 dias, quando não verificaram diferenças estatísticas significativas dos tratamentos sobre a quantidade de frutos defeituosos no tomateiro Débora tipo longa vida.

Os híbridos de tomateiro apresentaram comportamento diferente em

relação a concentração da maturação de frutos (%FM), de um ano para o outro. No período experimental de 2014, que foi mais úmido e frio em relação ao de 2015, o Heinz 9553 e o BRS Sena apresentaram comportamento linear decrescente e crescente, respectivamente, para %FM, à medida que aumentou os intervalos de irrigação (Figura 5A). Entretanto em 2015, período experimental mais quente e seco em relação a 2014, a %FM dos dois híbridos foi ao contrário da de 2014. Ou seja, o Heinz 9553 e BRS Sena tiveram efeito linear crescente e decrescente, respectivamente, para %FM à medida que elevou os intervalos de irrigação (Figura 5B).

Figura 5. Percentagem de frutos maduros (%FM) de tomateiros em função de intervalos de irrigação em 2014 (A) e 2015 (B), Morrinhos – GO.



A concentração da maturação dos híbridos BRS Sena em 2014 e Heinz 9553 em 2015 é semelhante aos resultados encontrados por Marouelli e Silva (2006) com o tomateiro industrial híbrido Heinz 9992, quando observaram que a percentagem de maturação de frutos teve comportamento linear crescente à medida que elevaram o turno de rega. Os resultados também corroboram com os de Patanè, Tringali e Sortino (2011) e Bacallao e Fundora (2014), que concluíram

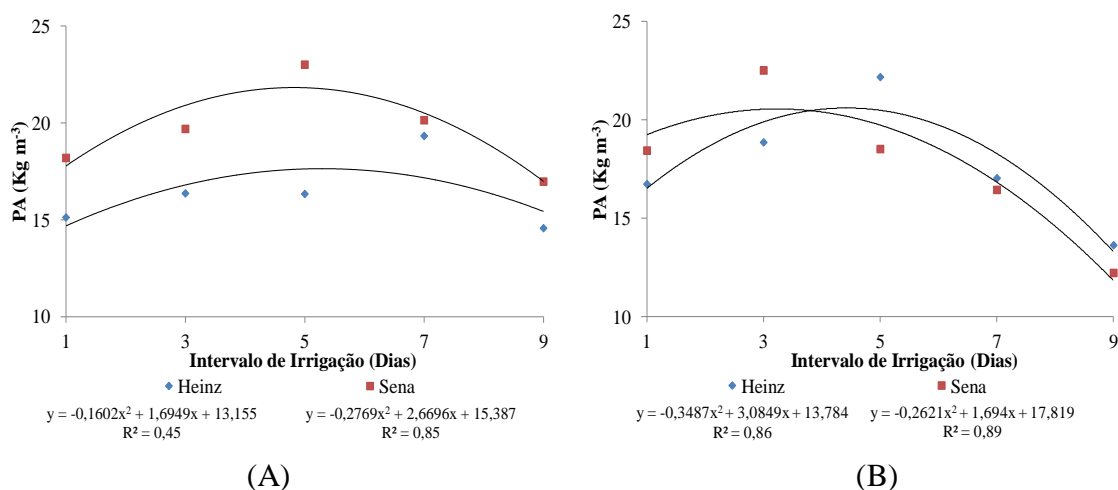
que em condições de maior estresse hídrico tende a obter maior concentração da maturação dos frutos de tomateiro. Já os resultados do híbrido Heinz 9553 em 2014 e BRS Sena em 2015 são extremamente diferentes aos dos encontrados Marouelli e Silva (2006) e discordantes dos resultados de Patanè, Tringali e Sortino (2011) e Bacallao e Fundora (2014).

Independentemente do ano e do híbrido pesquisado, os menores e maiores intervalos de irrigação diminuíram a PA

dos tomateiros. A máxima PA foi estimada em 17,64 e 21,82 kg m⁻³ em 2014, para o Heinz 9553 e para o BRS Sena, respectivamente, ambos com turno de rega de aproximadamente cinco dias. No ano de

2015, a máxima PA foi estimada em 20,61 e 20,56 Kg m⁻³, com intervalos de irrigação de quatro e três dias, para o Heinz 9553 e BRS Sena, respectivamente.

Figura 6. Produtividade da água (PA) de tomateiros em função de intervalos de irrigação em 2014 (A) e 2015 (B), Morrinhos – GO.



A PA dos híbridos Heinz 9553 e BRS Sena, independentemente do ano de pesquisa são extremamente superiores os resultados encontrados por Macêdo e Alvarenga (2005), que consideram a PA de 11 kg m⁻³ alta para a cultura do tomateiro, quando irrigada adequadamente.

Os resultados de PA dos híbridos Heinz 9553 e BRS Sena são divergentes dos encontrados por Favati et al. (2009) no Sul da Itália, Patanè, Tringali e Sortino (2011) na região da Sicília – Itália e Campagnol et al. (2014) em Piracicaba – SP, que verificaram que em condições de maior estresse hídrico a cultura do tomateiro é mais eficiente no uso da água. Fato que também foi evidenciado por Bacallao e Fundora (2014).

6 CONCLUSÃO

Com base nos tratamentos avaliados e nas condições edafoclimáticas que os experimentos foram conduzidos, pode-se concluir que:

1. O BRS Sena apresentou maiores teores de SST do que o Heinz 9553 e os intervalos de irrigação não influenciaram de forma significativa este parâmetro;
2. O intervalo de irrigação adequado para obter maior %FL/FT, PTF e PA, depende do híbrido e das condições edafoclimáticas do período de cultivo;
3. Maiores intervalos de irrigação proporcionam menor incidência de %FP e maior %FV, independentemente do híbrido e do ano de avaliação;
4. A taxa de maturação de frutos ocorre de forma diferenciada entre os híbridos, sendo influenciada pelos intervalos de irrigação e pelas condições meteorológicas do período de cultivo;
5. A utilização de intervalos de irrigação condicionados às características específicas de cada híbrido demonstra ser uma alternativa para o aumento da PTF, o que influencia diretamente PA.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos e ao programa de pós-graduação, pela oportunidade de ter ingressado no Curso de Pós-Graduação em Olericultura. À FAPEG (Fundação de

Amparo à Pesquisa de Goiás). À EMBRAPA Hortaliças (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), ao viveiro de mudas Brambilla (Morrinhos – Goiás) e a empresa Heringer Fertilizantes.

8 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Instrução Normativa n. 002, de 31 de janeiro de 2008. Governo do Estado de Goiás: Goiânia, 2008.

ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera:** introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba: Edição do Autor, 2002.

BACALLAO, M. F.; FUNDORA, L. B. Tolerância a estresse por déficit hídrico em tomate (*Solanum lycopersium* L.). **Cultivos Tropicais**, Havana, v. 35, n. 3, p. 70-88, 2014.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação:** atualizada e ampliada. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009.

CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C.; MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S. C.; MINAMI, K. Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na cultura do tomateiro. **Irriga, Botucatu**, v. 19, n. 3, p. 345-357, 2014.

FAVATI, F.; LOVELLI, S.; GALGANO, F.; MICCOLIS, V.; TOMMASO, T. di; CANDIDO, V. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, n. 4, p. 562-571, 2009.

GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, n. 1, p. 892-898, 1980.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SOUZA, P. D. M. Método do tanque Classe A para irrigação da soja, cultivar Sambaíba, no Cerrado. **Comunicado Técnico Embrapa Cerrados**, Planaltina, n. 120, 2005.

HANSON, B. R.; MAY, E. D.; SIMUNEK, J.; HOPMANS, J. W.; HUTMACHER, R. B. Drip irrigation provides the salinity control needed for profitable irrigation of tomatoes in the San Joaquin Valley. **California Agriculture**, Berkeley, v. 63, n. 3, p. 131-136, 2009.

MACÊDO, L. S.; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 296-304, 2005.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 342-346, 2006.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R.; VILELA, N. J. Eficiência econômica do manejo racional da irrigação em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p. 238-243, 2000.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. Irrigação do tomateiro para processamento. **Circular Técnica Embrapa Hortaliças**, Brasília, DF, n. 102, 2012.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 154-157, 2005.

MONTE, J. A.; PACHECO, A. S.; CARVALHO, D. F.; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 9-15, 2009.

MORALES, R. G. F.; RESENDE, L. V.; BORDINI, I. C.; GALVÃO, A. G.; REZENDE, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 9-17, 2015.

MOREIRA, J. A. A.; CARDOSO, A. F.; COSTA, L. L.; RODRIGUES, M. S.; PEIXOTO, N.; BRAZ, L. T. Manejo da irrigação para otimização da produtividade qualidade de frutos de tomateiro em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 408-417, 2012.

PATANÈ, C.; TRINGALI, S.; SORTINO, O. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, n. 04, p. 590-596, 2011.

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.

SILVA JUNIOR, A. R.; RIBEIRO, W. M.; NASCIMENTO, A. R.; SOUZA, C. B. Cultivo do tomate industrial no Estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. **Conjuntura Econômica Goiana**, Goiânia, v. 01, n. 34, p. 97-109, 2015.

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.

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. **Revista Brasileira de Horticultura**, Brasília – DF, v.36, n. 3 p. 299-305, 2018.

VAN GENUCHTEN, M.T. A colosed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, n. 1, p.892-898, 1980.

WRAITH, J. M.; OR, D. Nonlinear parameter estimation using spreadsheet software. **Journal of Natural Resources and Life Sciences Education**, Madison, v. 27, n. 4, p. 13-19, 1998.