

PRODUÇÃO DE TOMATEIRO SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE FERTIRRIGAÇÃO COM CONTROLADOR INTELIGENTE

HAROLDO F. de ARAÚJO¹; EDUARDO F. NUNES², ALEXANDRE C. SILVA³

¹ Prof. Dr. Instituto Federal do Pará (IFPA), Breves - Pará - Brazil, Email: haroldo.araujo@ifpa.edu.br

² Doutor, R4F Tecnologia, nunes@r4f.com.br.

³ Mestre, R4F Tecnologia, xandaopuc@yahoo.com.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A fertirrigação é uma técnica ainda limitada a algumas estratégias ou modelos trazidos de outros países que oneram grande perda de solução nutritiva, com consequente elevação nos custos de produção, até a salinização do substrato ou solo. Assim, o trabalho tem como objetivo avaliar a produção do tomateiro italiano em casa de vegetação sob diferentes estratégias de fertirrigação com controle inteligente (Modelo mexicano, temporizado, Radiação solar e déficit de pressão de vapor). A pesquisa foi realizada numa produção comercial de tomate italiano no município de Amparo-SP, entre maio e agosto de 2019 em uma casa de vegetação, sendo utilizado uma máquina de fertirrigação de um projeto de pesquisa e desenvolvimento financiado pela Fapesp-SP, equipamento INTELLIFERT. Os resultados mostraram que a forma de fertirrigação mais utilizada pelos produtores brasileiros está aquém da produção alcançada pela utilização de outros modelos, representando uma diferença de 3,1 kg planta⁻¹ em relação ao melhor tratamento. Assim, conclui-se que a estratégia de fertirrigação que apresentou a melhor produtividade foi com a utilização de pulsos de fertis dependentes da Radiação Solar Global com EC fixo, apresentando 11,1 kg planta⁻¹, 5,05 t ha⁻¹ em ciclo de 120 dias.

PALAVRAS-CHAVE: Intellifert; Manejo, Nutrição.

PRODUCTION OF TOMATO UNDER DIFFERENT FERTIRRIGATION STRATEGIES WITH INTELLIGENT CONTROLLER

ABSTRACT: Fertigation is a technique still limited to some strategies or models brought from other countries that involve a great loss of nutrient solution, with a consequent increase in production costs, until the salinization of the substrate or soil. Thus, the work aims to evaluate the production of Italian tomatoes in a greenhouse under different fertigation strategies with intelligent control (Mexican model, timed, solar radiation and vapor pressure deficit). The research was carried out in a commercial production of Italian tomatoes in the municipality of Amparo-SP, between May and August 2019 in a greenhouse, using a fertigation machine from a research and development project financed by Fapesp-SP, INTELLIFERT equipment. The results showed that the form of fertigation most used by Brazilian producers falls short of the production achieved by using other models, representing a difference of 3.1 kg plant⁻¹ in relation to the best treatment. Thus, it is concluded that the fertigation strategy that presented the best productivity was with the use of pulses of fertiles dependent on Global Solar Radiation with fixed EC, presenting 11.1 kg plant⁻¹, 5.05 t ha⁻¹ in cycle 120 days

KEYWORDS: Intelifert; Management, Nutrition

INTRODUÇÃO: A fertirrigação pode ser caracterizada como sendo a aplicação de fertilizantes dissolvidos na água de irrigação. Atualmente representa a forma mais eficiente e econômica de suprir a demanda nutricional das plantas, principalmente em ambiente protegido, visto a necessidade de irrigação para o cultivo. A técnica possibilita aplicação de fertilizantes em menor quantidade, porém com maior frequência, possibilitando manter um teor de nutrientes no substrato/solo nas quantidades exigidas nas diferentes fases do ciclo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (Basso et al., 2010), além de uma melhor qualidade produtiva. Para tal, vários são os métodos relatados na literatura para injeção de fertilizantes na linha de irrigação (recalque), porém os mais precisos em controle e eficiência de injeção estão embarcados em máquinas importadas de outros países, o que dificulta a sua aquisição por produtores nacionais em razão principalmente da falta de manutenção especializada.

A técnica da fertirrigação quando aplicada em casa de vegetação com a utilização de substrato para sustentação das raízes das plantas, é limitada a algumas estratégias de modelos trazidos de outros países. Esses modelos oneram grande perda de solução nutritiva, com conseqüente elevação nos custos de produção, porém mesmo com esta limitação, é largamente utilizado pelos produtores brasileiros em razão principalmente da ausência de tecnologias nacionais capaz de atender esta demanda.

As estratégias ou modelos de fertirrigação mais difundidos atualmente no Brasil, são o modelo mexicano, a qual deixa-se fertirrigar de 20 a 50% da solução nutritiva após o substrato atingir empiricamente a capacidade de campo, e o modelo a qual a solução nutritiva é aplicada em intervalos de tempo fixos entre eventos de fertirrigação (Steidle Neto et al., 2010). As limitações dessas estratégias estão relacionadas ao acúmulo de sais fertilizantes no solo e/ou substrato em razão da aplicação excessiva de adubos em função do manejo inadequado (Silva et al., 2013), onerando prejuízos ao produtor e ao meio ambiente através da aceleração da degradação do solo.

Além, destas, existem outros modelos que utiliza a estratégia de manejo da irrigação e fertirrigação levando-se em consideração as condições do microclima do ambiente, utilizando a radiação solar global acumulada (Voogt, 2013) e o modelo que utiliza a tensão de água no solo (Rodríguez et al, 2014). Assim, visando suprir as necessidades nacionais e demandas dos produtores esses modelos foram refinados para implementação na máquina produzida (INTELIFERT), baseado nos processos microclimáticos e na dinâmica da zona radicular para se chegar numa estratégia de fertirrigação que otimize toda a produção. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produção do tomateiro italiano em casa de vegetação sob diferentes estratégias de fertirrigação com controle inteligente (Modelo mexicano, temporizado, Radiação solar e déficit de pressão de vapor).

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada numa produção comercial do município de Amparo-SP, entre maio e agosto de 2019 em uma casa de vegetação coberta com plástico de polietileno de baixa densidade de 120 micras difusor (PEBD) de 378 m², com pé direito de 3 metros e laterais abertas.

Utilizou-se tomateiro tipo Italiano cultivar *Grazianni* (AF22834), com características principais: início de colheita de 115 dias após a semeadura (DAS), alto pegamento de frutos, plantas compactas e com baixo/médio vigor, entrenódios curtos, peso médio de frutos de 190g, resistência à Vd raça 1, Fol raças 1, 2 e 3, ToMV estirpe Tm1 e moderado nível de resistência ao TSWV (Vira-Cabeça) e ToSRV (Geminivírus).

A máquina de fertirrigação utilizada foi de um projeto de pesquisa e desenvolvimento financiado pela Fapesp-SP (Processo n° 2015/25977-2 e n° 2016/22983-4) sob a coordenação

do professor Dr. Haroldo Araujo, com produto comercial chamado – INTELIFERT, comercializado pela Empresa R4F Tecnologias. O equipamento é capaz de injetar até 6 fertilizantes concentrados de maneira variável, com injeções independentes, controlados por eletrônica embarcada, coordenada por uma estratégia de fertirrigação que pode levar em consideração as condições de condutividade elétrica na zona radicular e o microclima do ambiente (FIGURA 1).



FIGURA 1. Equipamento instalado e em uso no campus experimental. **Equipment installed and in use on the experimental campus.**

O sistema de cultivo utilizado foi o semi hidropônico, em bags de substrato de fibra de coco para sustentação do sistema radicular e formulação de nutrientes descritos na TABELA 1.

TABELA 1. Proporção, quantidades de adubos por fase produtiva e formulação de adubos utilizados na solução nutritiva durante a produção. **Proportion, quantities of fertilizers per production stage and formulation of fertilizers used in the nutrient solution during production.**

Sal ou fertilizante	Formulação geral (kg/100 L de solução): Formula de 1:100			Tanques	Abertura de Válvulas
	F. Quantidade (kg)	F. Quantidade (kg)	F. Quantidade (kg)		
	A (0 a 30 DAT)	B (30 a 60 DAT)	C (após 60 DAT)		
N. Cálcio	5,00	5,57	6,50	A	50%
ComMicros	0,25	0,25	0,25		
N. Potássio	2,50	2,00	1,50	B	50%
C. Potássio	0,25	0,50	0,75	C	50%
S. Potássio	0,75	2,50	1,25	D	50%
S. Magnésio	1,50	2,00	2,75	E	50%
MPK	1,25	1,25	1,25	F	50%
C. Elétrica	EC=1,4	EC=1,8	EC=2,2		

F: Fase; G. Condutividade; N: Nitrato; C: Cloreto; S: Sulfato

As mudas utilizadas foram compradas de um viveiro especializado, estando as mesmas com 30 dias de semeadura (mudão), sendo as mesmas transplantadas em esquema de fileiras simples no espaçamento de 1,50 x 0,30 m (2,2 planta m⁻²), totalizando 480 plantas no total.

As plantas foram conduzidas em duas hastes com auxílio de fitilho sob um fio de arame instalado sobre as linhas de plantio em estacas de eucalipto, até aos 120 DAT, estando as plantas com aproximadamente 9 racemos por haste, quando foi realizada poda apical.

O manejo da parte aérea foi realizado pela desbrota semanal e poda foliar das folhas imediatamente superior aos cachos com frutos maduros fisiologicamente (FIGURA 22).



FIGURA 2. Condução das plantas e manejo de poda. **Plant management and pruning management.**

Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento com botões gotejadores autocompensantes de 8L/h, com saída em 2 hastes de gotejo por planta. Os setores de irrigação ou tratamentos foram separados, na saída da máquina, para evitar “volume morto” na tubulação

Avaliou-se 5 tratamentos estratégias de fertirrigação, sendo um testemunha. Cada tratamento foi contemplado com 4 linhas de plantio, distribuídas aleatoriamente na casa de vegetação, contendo em cada linha 24 plantas, totalizando 96 plantas por tratamento.

Assim, constaram os seguintes tratamentos: TRATAMENTO 1 - Temporizado com correção diária do EC; TESTEMUNHA 2 - Temporizada e EC fixo; TRATAMENTO 3 - Pulsos dependentes do Déficit de Pressão de Vapor (DPV); TRATAMENTO 4 - Pulsos dependentes da Radiação Solar Global com EC fixo; TRATAMENTO 5 - Pulsos dependentes da Radiação Solar Global com correção diária de EC.

A determinação das estratégias de fertirrigação que levaram em consideração dados microclimáticos, mais especificamente, radiação global solar e DPV, foram subsidiadas com dados obtidos em série histórica registrada em um ano base no local da pesquisa.

Na TABELA 2 estão detalhadas cada estratégia de fertirrigação.

TABELA 2. Detalhamento das estratégias de fertirrigação. **Details of fertigation strategies.**

identificação	descrição	Fase fenológica					
		mudas		floração		frutificação	
		Pulsos	EC	Pulsos	EC	Pulsos	EC
TRATAMENTO 1	Pulsos Temporizados com correção diária do EC.	2 pulsos de 3 minutos	subtrai a diferença do dia anterior. Setpoint 1,4	3 pulsos de 3 minutos	subtrai a diferença do dia anterior. Setpoint 1,8	4 pulsos de 3,5 minutos	subtrai a diferença do dia anterior. Setpoint 2,2
TESTEMUNHA	Pulsos Temporizados e EC fixo.	2 pulsos de 3 minutos	Fixo 1,4 mS/cm	3 pulsos de 3 minutos	Fixo 1,8 mS/cm	4 pulsos de 3,5 minutos	Fixo 2,2 mS/cm
TRATAMENTO 3	Pulsos dependentes do DPV e EC Fixo.	A cada 70 Kpa/min	Fixo 1,4 mS/cm	A cada 30 Kpa/min	Fixo 1,8 mS/cm	A cada 12 Kpa/min	Fixo 2,2 mS/cm
TRATAMENTO 4	Pulsos dependentes da Radiação Solar Global com EC fixo.	A cada 300 J/cm ²	Fixo 1,4 mS/cm	A cada 120 J/cm ²	Fixo 1,8 mS/cm	A cada 80 J/cm ²	Fixo 2,2 mS/cm
TRATAMENTO 5	Pulsos dependentes da Radiação Solar Global com correção diária de EC.	A cada 300 J/cm ²	subtrai a diferença do dia anterior. Setpoint 1,4	A cada 120 J/cm ²	subtrai a diferença do dia anterior. Setpoint 1,8	A cada 80 J/cm ²	subtrai a diferença do dia anterior. Setpoint 2,2

Um sensor de temperatura e umidade relativa do ar (SHT 75) foi instalado na linha de plantio próxima ao centro geométrico da casa de vegetação para acompanhamento dos dados microclimáticos próximo a altura do terço médio superior das plantas (ponteiro).

Assumindo umidade relativa de 100% nos estômatos, o DPV foi obtido segundo o equacionamento abaixo (NUNES, 2015).

$$DPV_{folha_ar} = \frac{610,8 \cdot e^{(17,3 \cdot T_{folha} / (237,3 + T_{folha}))} \cdot UR_{folha}}{100} - \frac{610,8 \cdot e^{(17,3 \cdot T_{ar} / (237,3 + T_{ar}))} \cdot UR_{ar}}{100} \quad \text{equação 1}$$

O DPV foi integralizado no tempo, e a frequência de pulsos do tratamento 3 seguiu um limite de acumulo de kPa/min. Como esta é uma técnica pioneira, principalmente no Brasil, valores de acumulo de DPV foram baseados nos dados anteriores de uma pesquisa piloto, tendo em vista que não há referencial bibliográfico para esta técnica.

A radiação global solar foi medida fora da estufa, a fim de eliminar a difusividade solar do plástico e a incidência de poeira no mesmo. Assim, o tratamento 4 e 5, coordenaram a frequência de pulsos baseados na radiação solar global acumulada, em J/cm².

A colheita foi realizada semanalmente, contabilizando o peso total de cada uma das 20 linhas de plantio, 4 para cada tratamento (FIGURA 3)).



FIGURA 3. Detalhes da colheita dos frutos. **Details of the harvest of fruits.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do EC drenado: A condutividade elétrica (EC) da solução nutritiva depois de passada pelo sistema radicular das plantas (drenado) foi monitorado, principalmente para a correção estabelecida nos tratamentos 1 e 5. Nestes 2 tratamentos, a diferença entre o EC medido e o setpoint foi corrigida no dia subsequente, diminuindo na mesma proporção do EC injetado quando o EC drenado se apresentava superior ao setpoint. A mesma lógica foi aplicada quando o EC drenado estava abaixo do setpoint, porém acrescentando para o dia seguinte a mesma proporção da diferença. Dessa forma, evita-se a salinização do substrato ao longo do cultivo e mantém equilibrado o volume nutricional fornecido as plantas. Para Esteves e Suzuki (2008), as consequências lesivas da falta ou elevada salinidade as plantas são notadas na planta inteira, resultando em morte ou diminuição da produtividade.

Na TABELA 3, estão apresentados os dados de EC drenado parcialmente entre os dias 26/06 a 22/07/2019, período no qual a planta estava na fase de floração, com setpoint de EC de 1,8 mS/cm.

TABELA 3. EC drenado por tratamento analisado ao longo do cultivo. **EC draining by treatment analyzed throughout cultivation.**

TABELA DE MEDIÇÕES DE EC (mS.cm ⁻¹)										
TRATAMENTO	26/06/2019	31/06/2019	08/07/2019	10/07/2019	13/07/2019	14/07/2019	15/07/2019	16/07/2019	19/07/2019	22/07/2019
1A	2,14	1,88	1,64	0,84	1,09		2,05	1,41	1,71	
1B	2,05		2,00	1,93	3,81		3,97	2,49		1,09
1C		1,57		0,98	0,91		1,96	1,39	1,15	
1D		2,66	1,81	1,40	1,08			1,35	1,63	0,83
2A	2,42	1,87	2,20	1,43	1,71	2,24		2,13	1,31	1,45
2B	2,05	1,82	2,53	1,62	2,05	3,58	2,15	2,92	1,30	1,20
2C		2,08	3,37	0,99	1,99	2,78	2,60	1,78	1,15	1,45
2D		1,64	2,74	0,80	2,55	2,53	2,76	1,45		
3A	2,12			1,33	1,19	1,62		1,40		
3B		1,36	1,93	1,31	1,96	2,42	2,62	1,88	1,33	1,27
3C		1,94	1,76	1,40	1,39	2,01	2,55	1,79		1,15
3D		1,43	1,74	1,43	2,03	2,28		1,88		1,07
4A		1,42	2,46		0,89	1,97			1,23	
4B	2,27	1,49	1,56	1,39	1,78	1,76	1,47	1,41	1,48	1,35
4C			2,90	1,29	2,49			1,41	1,33	1,19
4D		2,06	2,62	0,95	2,78	2,92	3,74	2,23	1,28	
5A		1,58	2,22		1,40	1,50	1,90	1,72		
5B	1,96	2,00	2,37	1,55	1,32	1,78	1,52	2,20	1,24	
5C		1,63	2,28	1,56	1,71				1,58	0,90
5D		1,85	2,53	1,47	2,58	2,62	2,92		1,36	1,35

Observando a TABELA 3 e os gráficos da FIGURA 3, nota-se que a medição do EC drenado apresentou falhas. Falhas estas causadas principalmente pela impossibilidade de análises sistemáticas ao longo das análises, pois a cada análise modificava-se o posicionamento de vasilhas plásticas abaixo dos bags, bem como os próprios bags, mudando sempre o ponto de dreno e de medição. Esta dificuldade técnica fez com que algumas amostras entre os tratamentos ficassem sem dados analisados, impossibilitando dessa forma uma análise estatística dos dados coletados para diferenciar possíveis variações do EC drenado em relação ao setpoint entre os diferentes tratamentos.

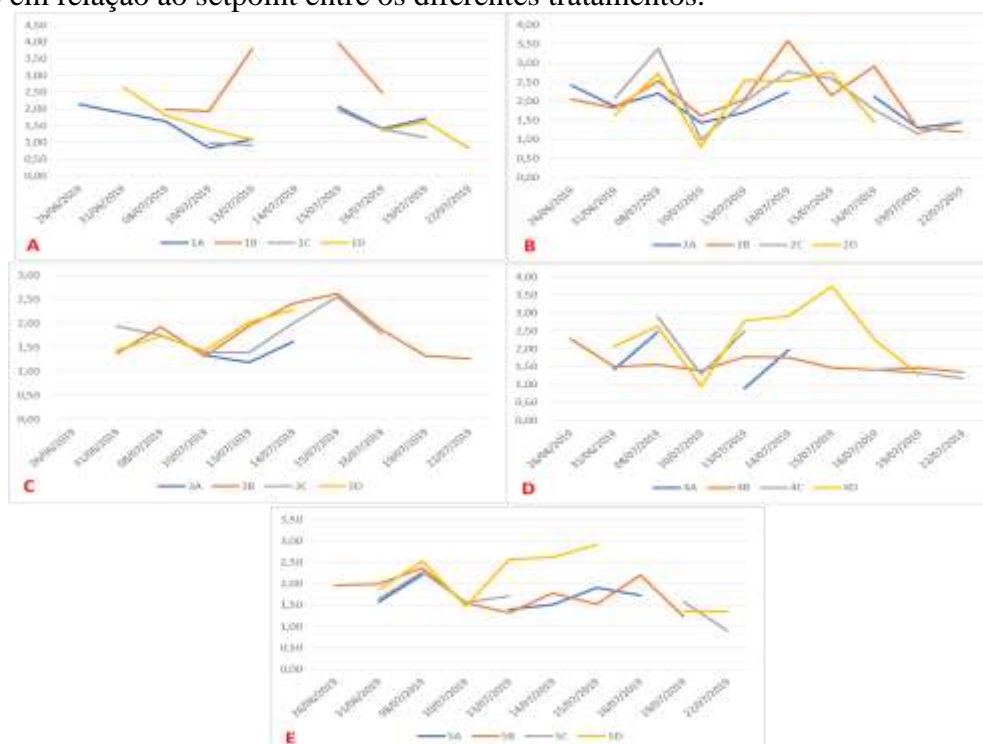


FIGURA 3. Gráfico do EC drenado no período de floração, separados por tratamento: A: Tratamento 1; B: Testemunha; C: Tratamento 3; D: Tratamento 4 e E: Tratamento 5. **Graph of EC flowering period, separated by treatment: A: Treatment 1; B: Witness; C: Treatment 3; D: Treatment 4 and E: Treatment 5.**

Contudo, pode-se observar uma certa estabilidade do EC drenado no tratamento 5, no qual a frequência de pulsos foi determinada pela radiação solar e o EC corrigido diariamente. No outro extremo, a testemunha, com pulsos temporizados, apresentou maior variação no EC drenado. Isso indica que a radiação global aparenta ser um bom indicador para a dinâmica de reposição de solução na zona radicular e, atrelada com uma correção diária do EC, consegue-se uma melhor manutenção do EC drenado, que em última instância, pode significar um equilíbrio entre taxa de absorção de nutrientes e água, evitando grandes variações na pressão osmótica na zona radicular. Para Farias et al. (2009), o efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associado à toxidez de íons pela absorção excessiva de Na e Cl e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e, ou, distribuição dos nutrientes.

Como alguns tratamentos levaram em consideração a radiação global para setpoint de fertirrigação, apresenta-se na FIGURA 4 a mesma tanto instantaneamente como a acumulada.

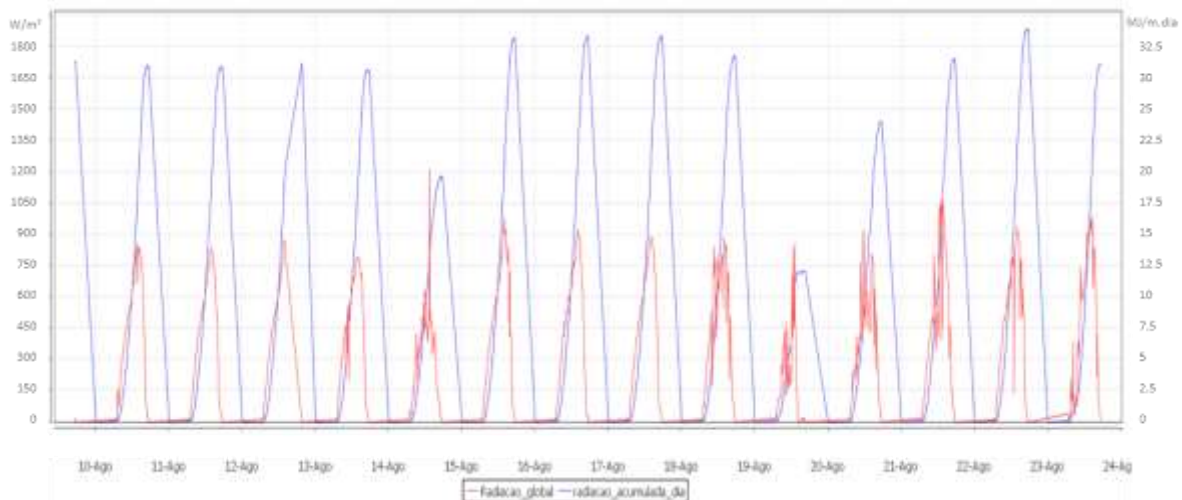


FIGURA 4. Radiação solar global instantânea e acumulada no dia. **Global solar radiation instantaneous and accumulated in the day.**

Analisando a radiação global acumulada ao longo do dia, observa-se uma certa diferença de energia entrante na estufa, mesmo em um período curto de tempo (15 dias). Esta diferença está relacionada a taxa de nebulosidade ao longo dos dias, sendo em dias nublados observado baixo acúmulo de energia (12 MJ/m.dia) e em dias ensolarados ultrapassando os 33MJ/m.dia. Isso foi observado por Araujo et al. (2016), em pesquisa com a cultura do tomate em ambiente protegido na cidade de Campinas-SP.

Utilizando a radiação global como referência para a frequência dos pulsos, além das variações mais amenas na zona radicular, há também uma economia de água e nutrientes injetados, pois em dias com pouco radiação, a demanda por água e a marcha de absorção de nutrientes ficam reduzidas.

Avaliação de produtividade: A avaliação da produção foi realizada durante a colheita dos frutos, conforme os tratamentos utilizados, sendo contabilizado todos os frutos considerados comerciais. Assim, durante as colheitas contabilizou-se os frutos conforme as linhas de cada tratamento (FIGURA 5).

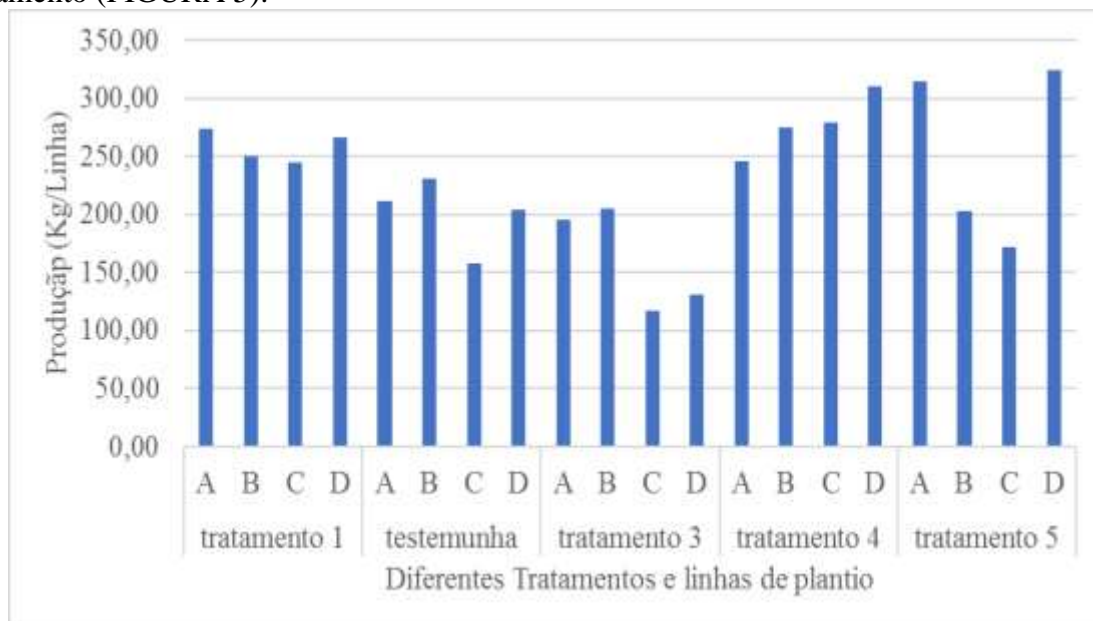


FIGURA 5. Produção total alcançada nos diferentes tratamentos e linhas de plantio. **Total production achieved in different planting procedures and lines.**

Observando o gráfico acima, percebe-se uma certa instabilidade de produção em função da localização das linhas de plantio no tratamento ou mesmo entre os tratamentos. Isso pode estar relacionado a diversos motivos, dentre eles a competição por luz solar entre as plantas, a declividade acentuada do terreno, baixo coeficiente de uniformidade de distribuição do sistema de irrigação, bem como o efeito bordadura linhas de plantio ao redor da casa de vegetação. Porém, observa-se de forma geral, que o tratamento 4 alcançou os maiores picos de produção, alcançando também a maior produtividade (Kg/Planta) (FIGURA 6), confirmando este como o melhor tratamento estatisticamente em relação aos demais.

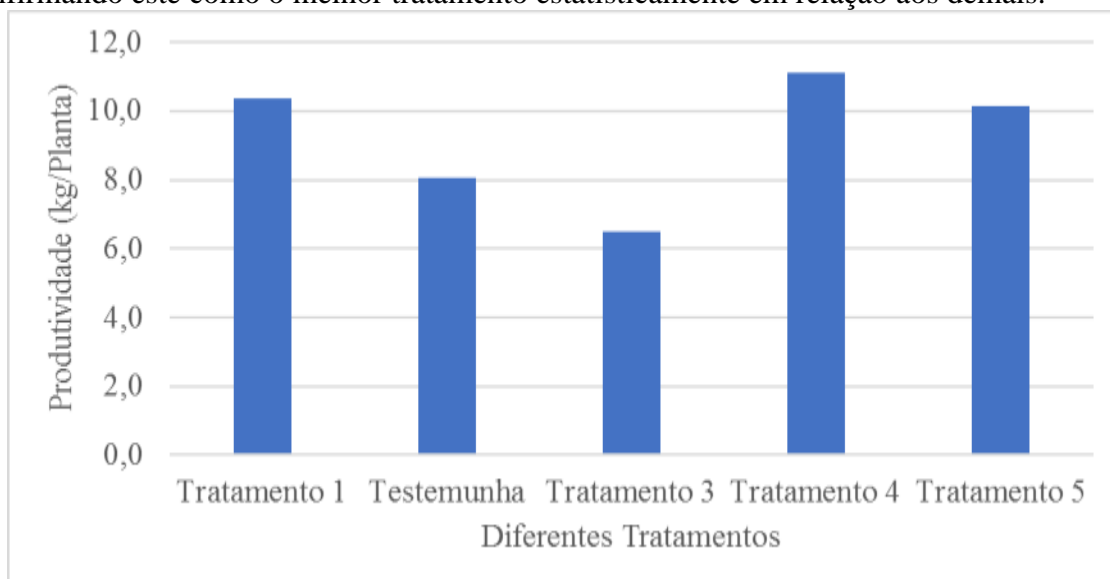


FIGURA 6. Produtividade alcançada nos diferentes tratamentos. **Productivity achieved in different treatments.**

Além disso, fica evidente que o tratamento 3 apresenta a menor produtividade alcançada. Isso é corroborado com a observação de campo, na qual fica visível o enchimento

de frutos menos vigoroso para este tratamento, razão esta, certamente devido à baixa frequência de fertirrigação. Este tratamento utiliza o acúmulo de DPV para controlar a frequência dos pulsos de irrigação. Esta baixa produtividade pode estar relacionada a falta de dados bibliográficos que possam ser utilizados como parâmetros ideais para esta estratégia de manejo, sendo, portanto, atrelado ao não ajuste do setpoint de DPV/min ideal do que a uma inviabilidade de se utilizar esta técnica.

Estudos realizados por Dahlke et al. (2019), avaliando o desempenho produtivo do tomateiro sob cultivo protegido utilizando caldas agroecológicas, observaram 3,5 kg planta⁻¹ no tratamento em modelo convencional, valores bem abaixo aos verificados nesta pesquisa.

Os resultados também mostraram que a forma de fertirrigação mais utilizada pelos produtores brasileiros está aquém da produção alcançada pela utilização de outros modelos, representando uma diferença de 3,1 kg planta⁻¹ em relação ao melhor tratamento.

Comparando os dados de produtividade (média de 4,2 t ha⁻¹ ciclo de 120 dias) observado na pesquisa com automação da fertirrigação inteligente, verifica-se que o manejo utilizado foi altamente eficiente, sendo até três vezes mais produtivo. Assim, Souza et al. (2019) trabalhando com gerenciamento semiautomático de irrigação no tomate, alcançou produtividade de 2,75 t ha⁻¹.

CONCLUSÕES: A estratégia de fertirrigação que apresentou a melhor produtividade foi com a utilização de pulsos de ferti dependentes da Radiação Solar Global com EC fixo, apresentando 11,1 kg de frutos por planta, com 5,05 t há⁻¹ em ciclo de 120 dias

Comprovou-se ainda que a estratégia de fertirrigação mais utilizada pelos brasileiros, temporizada e EC fixo, fica muito aquém da produtividade alcançada pelos demais tratamentos, superando apenas o tratamento 3.

AGRADECIMENTOS:

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo financiamento da pesquisa (Processo FAPESP n° 2015/25977-2 e n° 2016/22983-4).

À R4F Tecnologias pelo apoio ao desenvolvimento a pesquisa.

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO, H.F.; LEAL, P.A.M.; ZORZETO, T.; BETIN, O.S.; NUNES, E.F.; SERVILHA, G.F.P. Alterações micrometeorológicas em ambiente protegidos cultivados com mini-tomates orgânico. **Irriga**, v.21, p.226-238, 2016.

BASSO, L.H.; BRAGA, M.B.; CALGARO, M.; SIMÕES, W.L.; PINTO, J.M. **Irrigação e fertirrigação**. Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 1 – 2ª. edição ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica, 2010.

DAHLKE, I.; GUERRA, D.; SOUZA, E.L.; LANZANOVA, M.E.; BOHRER, R.E.G.; RAMIRES, M.F. Desempenho produtivo do tomateiro sob cultivo protegido utilizando caldas agroecológicas. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.28, n.2, p. 204-214, 2019

ESTEVES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

FARIAS, S.D.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L. O.; SILVA, R.B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*gliricidia sepium* (jacq.) kunth ex steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v.33, p.499-1505, 2009.

- NUNES, E.F. Sensores sem fio para gerenciamento de qualidade pós-colheita de tomate cereja. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP. 2015.
- RODRÍGUEZ, D.; RECA, J.; MARTINEZ, J.; LAO, T. M.; URRESTARAZU, M. "Effect of controlling the leaching fraction on the fertigation and production of a tomato crop under soilless culture." **Scientia Horticulturae**, v.179, p.153-157, 2014.
- SILVA, F.S.; LIMA, C.J.G.S.; BARROS, A.C.; SILVA, E.M.; DUARTE, S.N. "Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido." **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1173-1180, 2013.
- SOUZA, C.F.; CONCHESQUI, M.E.S.; SILVA, M.B. SEMIAUTOMATIC IRRIGATION MANAGEMENT IN TOMATO. **Engenharia Agrícola**, v.39, special issue, p.118-125, 2019.
- STEIDLE NETO, A. J.; ZOLNIER, S.; LOPES, D. C. "Development and evaluation of an automated system for fertigation control in soilless tomato production." **Computers and Electronics in Agriculture** v.103, n.0: p.17-25, 2014.
- VOOGT, J.O. "Irrigation Scheduling based on Solar radiation." 24 Green, 2013.