

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

RAFAEL MENEZES OLIVEIRA<sup>1</sup>, VALBER MENDES FERREIRA<sup>2</sup>, LAÉRCIO DA SILVA PEREIRA<sup>3</sup>, JOÃO CARLOS CURY SAAD<sup>4</sup> e EVERALDO MOREIRA DA SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica. CCA, UFPI, Teresina-PI, rafaelmenezesoliveira@ufpi.edu.br

<sup>2</sup>Dr. em Agronomia: Irrigação e Drenagem. Prof. Adj. CCA, UFPI, Teresina, PI, valber@ufpi.edu.br

<sup>3</sup>Dr. em Agronomia: Irrigação e Drenagem. UNESP, FCA, Botucatu-SP, abreu91@hotmail.com

<sup>4</sup>Dr. em Irrigação e Drenagem, Prof. Titular. UNESP, FCA, Botucatu-SP, joao.saad@unesp.br

<sup>5</sup>Dr. em Engenharia de Sistemas Agrícola, Prof. Associado II. CPCE, UFPI, Bom Jesus-PI, everaldo@ufpi.edu.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
07 a 10 de outubro de 2024

**RESUMO:** A avaliação da uniformidade de aplicação de água pelos sistemas de irrigação por gotejamento permite verificar as condições reais de funcionamento e determinar a eficiência de aplicação de água pelo sistema de irrigação. O objetivo deste estudo é avaliar o desempenho de um sistema de irrigação localizado por gotejamento instalado em cultivo de melancia. O sistema de irrigação era composto por quatro subunidades de irrigação de dimensões 30 x 30 m. As linhas laterais do sistema de irrigação eram tubos gotejadores de polietileno Netafim (Streamline 16080) de 16 mm de diâmetro nominal, com emissores espaçados a 0,20 m, vazão nominal de 1,6 L h<sup>-1</sup> operando à pressão de serviço de 1,0 bar. Foram determinados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), uniformidade estático (CUE), uniformidade de distribuição (CUD), uniformidade de Hart (CUH), eficiência padrão da HSPA (UDH), coeficiente de uniformidade (CU) e a eficiência de aplicação de água (EF). O sistema de irrigação apresentou valores 97,51; 97,03; 96,61; 97,62; 96,23; 95,45 e 85,90% de CUC, CUE, CUD, CUH, UDH, CU e EF, respectivamente. Os índices avaliados indicaram que o sistema de irrigação está em boas condições de funcionamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação localizada, coeficientes de uniformidade, eficiência de aplicação de água.

### EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM

**ABSTRACT:** The evaluation of the uniformity of water application by drip irrigation systems allows verifying the real operating conditions and determining the efficiency of water application by the irrigation system. The objective of this study is to evaluate the performance of a localized drip irrigation system installed in watermelon cultivation. The irrigation system consisted of four irrigation subunits measuring 30 x 30 m. The side lines of the irrigation system were Netafim polyethylene dripper tubes (Streamline 16080) with a nominal diameter of 16 mm, with emitters spaced 0.20 m apart, nominal flow of 1.6 L h<sup>-1</sup> operating at a working pressure of 1,0 bar. The Christiansen uniformity coefficient (CUC), static uniformity (CUE), distribution uniformity (CUD), Hart uniformity (CUH), HSPA standard efficiency (UDH), uniformity coefficient (CU) and the efficiency of water application (EF) were determined. The irrigation system presented values of 97.51; 97.03; 96.61; 97.62; 96.23; 95.45 and 85.90% de CUC, CUE, CUD, CUH, UDH, CU e EF, respectively. The evaluated indices indicated that the irrigation system is in good working order.

**KEYWORDS:** Localized irrigation, uniformity coefficients, water application efficiency.

### INTRODUÇÃO

O sistema de irrigação localizado por gotejamento caracteriza-se pela aplicação da lâmina de água requerida pelas culturas próximo à região radicular, com baixa vazão e alta frequência (Frizzone et al., 2012). Esse sistema apresenta inúmeras vantagens como a maior eficiência de aplicação e uso da água e fertilizantes, redução de mão de obra e dos custos com energia elétrica, melhor controle

fitossanitário e maior possibilidade de automação. Além disso, proporciona aumento de produtividade das culturas, especialmente das hortaliças. Todavia, por ser um sistema fixo, apresenta limitações que incluem o elevado investimento de aquisição, alta exigência em manutenção e o potencial de entupimento de emissores provocados por partículas minerais e orgânicas que podem comprometer a uniformidade e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (Vilas Boas et al., 2011; Frizzone et al., 2012; Nascimento et al., 2020).

A avaliação da uniformidade de aplicação de água pelos sistemas de irrigação permite verificar as condições reais de funcionamento, detectar problemas hidráulicos (vazão e pressão), de entupimentos de emissores e, determinar a eficiência de aplicação de água e, em última instância, a necessidade de manutenção (Mantovani et al., 2009). A baixa uniformidade de aplicação de água ocasiona aumento do consumo de água e energia elétrica, perda de nutrientes e ocorrência de déficit hídrico nas áreas irrigadas (Scaloppi; Dias, 1991).

Diversos coeficientes têm sido utilizados na avaliação da uniformidade de aplicação da água em sistemas de irrigação por gotejamento, incluindo o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), o coeficiente de uniformidade estatístico (CUE), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), o coeficiente de uniformidade de Hart (CUH), eficiência padrão da HSPA (UDH), coeficiente de uniformidade (CU) e a eficiência de aplicação de água (EF) (San Juan, 1993; Mantovani et al., 2009; Frizzone et al., 2012). Dada à importância da temática, objetivou-se avaliar o desempenho de um sistema de irrigação localizado por gotejamento instalado em cultivo de melanciaira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de irrigação foi instalado em uma área experimental de 3.600 m<sup>2</sup> localizada no Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Universidade Federal do Piauí (DEAS/UFPI) em Teresina, PI. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 5°2'35'', longitude 42°46'57'' e altitude 70 m.

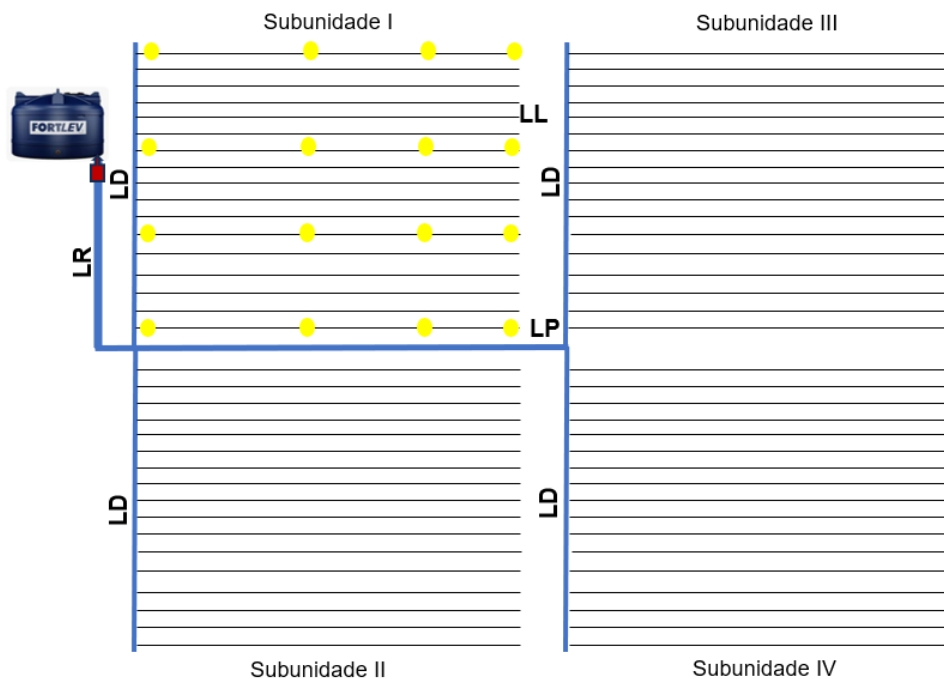
O sistema de irrigação era constituído por quatro subunidades de irrigação de dimensões 30 x 30 m. A unidade de bombeamento era composta por um reservatório com capacidade de 5,0 m<sup>3</sup> e uma bomba centrífuga Dancor (Modelo 10733114 CP – 4/4R) potência de 1/2 cv, vazão máxima 8,4 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e rotação de 3.500 rpm. A linha de recalque (LR) e a principal (LP) eram de tubos PVC de 75 e 50 mm de diâmetro nominal (DN), medindo 8,8 e 35 m de comprimento, respectivamente. Na LR foram instalados um filtro de disco de 120 mesh e manômetro para registro da pressão de serviço. Cada subunidade era composta por uma linha de derivação de tubo PVC de 50 mm de DN medindo 30 m de comprimento, das quais saíram 17 linhas laterais (LL). As LL eram tubos gotejadores de polietileno Netafim (Streamline 16080) de 16 mm de DN, com emissores espaçados a 0,20 m, vazão nominal de 1,6 L h<sup>-1</sup> operando à pressão de serviço de 1,0 bar.

Para a avaliação da uniformidade de aplicação de água pelo sistema de irrigação foi utilizado a metodologia proposta por Keller; Karmeli (1975), que consiste na avaliação da 1ª lateral, lateral a 1/3, lateral a 2/3 e a última lateral. Nas laterais selecionadas foram avaliados o 1º gotejador, gotejador a 1/3, a 2/3 e o último gotejador. Foram inseridos coletores abaixo dos emissores selecionados e coletou-se o volume de água durante três minutos em três repetições.

Foram determinados os valores das vazões máxima ( $q_{max}$ ), mínima ( $q_{min}$ ) e média ( $q_{med}$ ) e os coeficientes de Uniformidade de Christiansen [CUC] (Christiansen, 1942); Coeficiente de Uniformidade Estático [CUE] (Wilcox; Swailes, 1947); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição [CUD] (Criddle et al., 1956); Coeficiente de Uniformidade de Hart [CUH] (Hart, 1961); Eficiência padrão da HSPA [UDH] (Hart, 1961); Coeficiente de Uniformidade [CU] (Keller; Karmeli (1975).

Os valores dos coeficientes obtidos foram classificados conforme ASAE (1996), Mantovani (2001) e Frizzone et al (2012). A eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (EF) foi determinada pela equação:  $EF = CU \times RT$ , onde, CU é o coeficiente de uniformidade (%); e RT, é relação entre água transpirada e água aplicada à planta (decimal). O valor de RT adotado foi 0,9 (San Juan, 1993).

Figura 1. Layout do sistema de irrigação localizado por gotejamento em cultivo de melanciaira. Teresina, PI, 2024.



**Legenda**  
 LR: linha de recalque (8,80 m/DN 75mm)  
 LD: linhas de derivações (30m/DN 50mm)  
 LP: linha principal (35m/ DN 50mm)  
 LL: linhas laterais (30m/DN 16mm)  
 ● : Coletores

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral das vazões medidas nas subunidades ( $1,71 \text{ L h}^{-1}$ ) foi levemente superior à  $q_{med}$  especificada pelo fabricante (Tabela 1). Essas variações de vazão observada no teste de uniformidade (Tabela 1) pode ser atribuída em partes às variações no processo de fabricação dos emissores (San Juan, 1993). Além disso, fatores relacionados às condições ambientais como a temperatura da água e a pressão de operação do sistema, também podem ocasionar variações de vazão (Lima et al., 2018; Silva; Souza, 2020). Assim, é importante considerar tanto os aspectos de fabricação, quanto as condições ambientais no planejamento e operação de sistemas de irrigação, de forma a assegurar maior precisão e eficiência de aplicação de água.

Tabela 1. Médias das vazões obtidas durante o teste de uniformidade do sistema de irrigação por gotejamento instalado em cultivo de melanciaira, Teresina-PI, 2024.

Posição	Média das vazões $\text{L h}^{-1}$			
	Primeira	Lateral 1/3	Lateral 2/3	Última
1º gotejador	1,76	1,73	1,68	1,71
1/3	1,75	1,74	1,68	1,70
2/3	1,75	1,77	1,72	1,71
Último	1,76	1,75	1,67	1,67

Os coeficientes CUC, CUE, CUD, CUH, UDH e CU apresentaram valores superiores a 90% (Tabela 2), sendo classificados como excelentes de acordo com os critérios estabelecidos por ASAE (1996), Mantovani (2001) e Frizzone et al (2012). Esses resultados podem ser atribuídos ao adequado dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação, além da ausência de obstruções de emissores causadas por partículas minerais e orgânicas. Tais fatores são cruciais para manter uma boa uniformidade do sistema e alta eficiência de aplicação de água pelos sistemas de irrigação localizado por gotejamento (Li et al., 2016).

Ao comparar os coeficientes, a ordem decrescente foi a seguinte: CUH, CUC, CUE, CUD, UDH e CU (Tabela 2), destacando-se o CUH como o maior coeficiente (Tabela 2). Li et al. (2016) mencionaram que o CUH utiliza o desvio-padrão como medida de dispersão, sendo originalmente desenvolvido para sistemas de irrigação por aspersão, porém foi adaptado para avaliação de sistemas de microirrigação. O coeficiente CU, embora tenha apresentado o menor valor (Tabela 2), ainda assim foi superior ao mínimo aceitável 80% (Keller; Karmeli, 1975). O valor da EF 85,90% (Tabela 2) está dentro da faixa considerada satisfatória para sistemas de irrigação localizado por gotejamento (Souza et al., 2017).

Tabela 2. Valores dos coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação instalado em cultivo de melancia, Teresina-PI, 2024.

Subunidade	Coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação (%)						
	CUC	CUE	CUD	CUH	UDH	CU	EF
<b>Sub. I</b>	96,82	96,22	96,29	96,98	95,20	92,44	83,19
<b>Sub. II</b>	96,80	96,27	95,31	97,02	95,26	96,60	86,94
<b>Sub. III</b>	97,99	97,53	97,37	98,03	96,87	97,12	87,40
<b>Sub. IV</b>	98,42	98,02	97,47	98,46	97,56	95,61	86,05
<b>Geral</b>	97,51	97,03	96,61	97,63	96,23	95,45	85,90

## CONCLUSÃO

Os valores dos coeficientes de uniformidade de aplicação de água do sistema e a eficiência de aplicação indicaram que o sistema está operando em ótimas condições.

## REFERÊNCIAS

- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Standard engineering practices data: EP458. Field evaluation of microirrigation systems. St. Joseph: ASAE. 1996. 972p.
- Christiansen, J. E. Irrigation by sprinkling. Berkeley, University of California: Agricultural Experiment Station. (Bulletin, 670). 1942, 124p.
- Criddle, W. D.; Davis, S.; Pair, C. H.; Shockley, D. G. Methods for evaluating irrigation systems. Soil Conservation Service (USDA), Agricultural Handbook, Washington DC. 82. 1956, 24p.
- Frizzone, J. A.; Freitas, P. D.; Rezende, R.; Faria, M. D. Microirrigação: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem. 2012. 356p.
- Hart, W. E. Overhead irrigation pattern parameters. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.42, n.7, p.354-355, 1961.
- Keller, J.; Karmeli, D. 1975. Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation. 1975. 133p.
- Li, J.; Kang, S.; Li, F. Advances in microirrigation technology. In: Microirrigation for crop production. Elsevier, 2016. 34p.
- Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 2. Ed., atual e ampliado. Viçosa, MG: UFV. 2009. 355p.
- Nascimento, J. M. S.; da Silva, A. C. C.; Diotto, A. V.; Lima, L. A.; de Oliveira, M. C. Irrigação por gotejamento subsuperficial e pulsos na produção de tomate de mesa. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 65903-65919, 2020.
- San Juan, J. A. M. Riego por goteo: teoría y práctica. 3ª ed, revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa, Castelló, 1993. 256p.

- Scaloppi, J. E.; Dias, K. F. S. Relação entre a pressão de operação e a uniformidade de distribuição de água de aspersores rotativos por impacto. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, 1996, Bauru. Anais... Bauru, 1996.
- Souza, M. H. C.; Santos, R. D. S.; Bassoi, L. H. Avaliação da uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento. In: IV INOVAGRI International Meeting, 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2017.
- Vilas Boas, R. C.; Pereira, G. M.; Reis, R. P.; Lima Junior, J. A. D.; Consoni, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. Ciência e agrotecnologia, v. 35, n.4, p. 781-788, 2011.
- Wilcox, J. C.; Swailes, G. E. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers. Scientific Agricultural, v.27, p.565-583, 1947.