

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM CULTIVO DE ALFACE

RAFAEL MENEZES OLIVEIRA ¹, LAÉRCIO DA SILVA PEREIRA ², JOÃO CARLOS CURY SAAD ³, CARLOS JOSÉ GONÇALVES DE SOUZA LIMA ⁴, EVERALDO MOREIRA DA SILVA ⁵, VALBER MENDES FERREIRA ⁶

¹ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Piauí (UFPI), rafaelmenezesoliveira@ufpi.edu.br

² Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia: Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Rural, FCA/Unesp, Botucatu - SP.

³ Eng. Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Rural, FCA/Unesp, Botucatu - SP.

⁴ Eng. Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Agrícola e Solos, CCA/UFPI, Teresina - PI.

⁵ Eng. Agrônomo, Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícola, Depto. de Engenharia, UFPI/CPCE, Bom Jesus - PI.

⁶ Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia: Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Agrícola e Solos, CCA/UFPI, Teresina - PI.

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Os sistemas de irrigação por gotejamento são conhecidos por sua alta eficiência de aplicação de água. No entanto, é essencial realizar avaliações periódicas do desempenho desses sistemas de forma a assegurar o funcionamento adequado. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento instalado em cultivo de alface. O sistema de irrigação era constituído por linhas laterais de tubos gotejadores de polietileno de 17 mm de diâmetro nominal, com emissores autocompensados integrados, anti-drenantes, espaçados a 0,20 m, vazão de 2,0 L h⁻¹, operando em uma pressão de serviço de 1 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 92,54; 97,12; 96,59; 97,71; 96,35; 97,58 e 87,83% 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 IN LETTUCE CULTIVATION

ABSTRACT: Drip irrigation systems are known for their high water application efficiency. However, it is essential to carry out periodic assessments of the performance of these systems to ensure proper functioning. The objective of this study was to evaluate the performance of a drip irrigation system installed in lettuce cultivation. The irrigation system consisted of lateral lines of polyethylene drip tubes with a nominal diameter of 17 mm, with built-in pressure-compensated emitters, anti-drain, spaced every 0.20 m, flow rate of 2.0 L h⁻¹, operating at a pressure of 1 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 92.54; 97.12; 96.59; 97.71; 96.35; 97.58 and 87.83% of CUC, CUE, CUD, CUH, UDH, CU and EF, respectively. The evaluated indices indicated that the irrigation system is in good working order.

KEYWORDS: localized irrigation, uniformity coefficients, water application efficiency

INTRODUÇÃO: A microirrigação ou irrigação localizada caracteriza-se pela aplicação de água com baixas vazões, alta frequência e próxima da região da zona radicular das culturas agrícolas. As principais limitações deste método incluem o elevado custo de aquisição do sistema, alta exigência de manutenção e o potencial de entupimento de emissores provocados por partículas minerais e orgânicas (FRIZZONE et al., 2012). O sistema de irrigação localizado por gotejamento tem sido muito utilizado em cultivos de espécies frutíferas e olerícolas. Contudo, em situações de baixa uniformidade e, conseqüentemente, redução da eficiência de aplicação de água por esses sistemas, há a possibilidade de ocorrência de deficiência hídrica nas plantas (SAN JUAN, 1993). Diversos coeficientes podem ser empregados na avaliação da uniformidade de aplicação da água, 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; FRIZZONE et al., 2012). O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento instalado em cultivo de alface.

MATERIAL E MÉTODOS: O sistema de irrigação foi instalado em um ambiente protegido cultivado com alface, no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas (UNESP/FCA) em Botucatu, SP. O sistema de irrigação era constituído por duas bombas centrífugas Eletroplas (Modelo ICS-50AB), com potência de 1/2 cv e vazão de 1,8 m³ h⁻¹, conectadas em duas caixas d'água de 500L. A rede hidráulica para cada bomba era composta por três linhas principais de 25 mm de diâmetro nominal (DN) com comprimentos variados, nas quais foram instalados manômetros e válvulas solenóides NaanDanJain (Modelo S390-2W-4 24VAC). As linhas laterais eram tubos gotejadores de polietileno NaanDanJain (AmnonDrip PC CNL) de 17 mm de DN, com emissores autocompensados integrados anti-drenantes, espaçados a 0,20 m e vazão nominal de 2,0 L h⁻¹ operando em uma pressão de serviço de 1 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 abaixo:

i) Coeficiente de Uniformidade de Christiansen em % (CHRISTIANSEN, 1942):

$$CUC = 100. \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n. \bar{X}} \right)$$

ii) Coeficiente de Uniformidade Estático em % (WILCOX; SWAILES, 1947):

$$CUE = 100. \left(1 - \frac{S}{\bar{X}} \right)$$

iii) Coeficiente de Uniformidade de Distribuição em % (CRIDDLE et al., 1956):

$$CUD = 100. \left(\frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right)$$

iv) Coeficiente de Uniformidade de Hart em %, (HART, 1961):

$$UDH = 100. \left(1 - 1,27. \frac{S}{\bar{X}} \right)$$

v) Eficiência padrão da HSPA em % (HART, 1961):

$$UDH = 100. \left(1 - 1,27. \frac{S}{\bar{X}} \right)$$

vi) Coeficiente de Uniformidade em % (KELLER; KARMELI (1975):

$$CU = 100. \left(1 - 1,27. \frac{CVf}{\sqrt{e}} \right). \frac{q_{min}}{q_m}$$

Em que: n- número de emissores observados; Xi- vazão de cada emissor (L h⁻¹); \bar{X} - vazão média dos emissores (L h⁻¹); S- desvio-padrão dos dados de vazão (L h⁻¹); X_{25%} - média de 25% do total de emissores com as menores vazões (L h⁻¹). Para avaliação dos valores dos coeficientes de uniformidade utilizou-se as classificações descritas por 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 . RT, onde, CU é o coeficiente de uniformidade (%); e RT, é relação entre água transpirada e água aplicada à planta (decimal) (SAN JUAN, 1993). O valor de RT adotado foi 0,9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O sistema de irrigação apresentou valores de *q_{max}*, *q_{min}* e *q_{med}* de 1,92; 1,82 e 1,88 L h⁻¹, respectivamente. As médias das vazões medidas ficaram próximas da *q_{med}* 2,0 L h⁻¹ especificada pelo fabricante. Essa variação da *q_{med}* pode ser explicada em partes por variações no processo de fabricação dos emissores (SAN JUAN, 1993).

TABELA 1. Médias das vazões (L h⁻¹) obtidas durante o teste de uniformidade do sistema de irrigação por gotejamento instalado em cultivo de alface, Botucatu, SP, 2019.

Posições Emissor	Primeira	Lateral 1/3	Lateral 2/3	Última
	Linha lateral			
1º gotejador	1,90	1,90	1,92	1,92
1/3	1,89	1,90	1,91	1,90
2/3	1,88	1,87	1,88	1,87
Último	1,90	1,84	1,84	1,82

Os valores dos coeficientes CUC, CUE, CUD, CUH, UDH e CU foram maiores que 90% (Tabela 2), sendo classificados como excelentes (ASAE, 1996; MANTOVANI, 2001; FRIZZONE et al., 2012). Esses resultados podem ser atribuídos ao bom dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação e, ainda, pela ausência de obstruções de emissores provocados por partículas minerais e orgânicas. Conforme reportado por Santos et al. (2015) esses fatores são responsáveis pela diminuição da uniformidade e, conseqüentemente, redução da eficiência de aplicação de água em sistemas de irrigação por gotejamento. Quando comparados entre si, os coeficientes foram classificados em ordem decrescente, com as seguintes posições: CUH, CU, CUE, CUD, UDH e CUC (Tabela 2). O CUH se destacou como sendo o maior coeficiente (Tabela 2). Frizzone et al. (2012) mencionam que o CUH utiliza o

desvio-padrão como medida de dispersão e, que este coeficiente foi primeiramente proposto para sistemas de irrigação por aspersão, sendo também adaptado para avaliar sistemas de microirrigação. O CUC foi o coeficiente que apresentou menor valor (Tabela 2), porém foi superior ao valor mínimo aceitável de 80% (FRIZZONE et al., 2012). O valor da EF (Tabela 2) está dentro da faixa considerada satisfatória para sistemas de irrigação localizada por gotejamento (FRIZZONE et al., 2012).

TABELA 2. Valores dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), estático (CUE), distribuição (CUD), Hart (CUH), Eficiência padrão da HSPA (UDH), Coeficiente de uniformidade (CU) e eficiência do sistema de irrigação instalado em cultivo de alface, Botucatu, SP, 2019.

Coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação (%)						
CUC	CUE	CUD	CUH	UDH	CU	EF
92,54	97,12	96,59	97,71	96,35	97,58	87,83

CONCLUSÕES: 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 (1996). Standard engineering practices data: EP458. **Field evaluation of microirrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 972-797.

BISCARO, G.A. (Organizador), GOMES P.E., GEISENHOF, L. O., CRUZ, L.R., OLIVEIRA, C.A. **Sistema de Irrigação Localizada**. 1. ed. Dourados: UFGD., 256p. 2014.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley, University of California: Agricultural Experiment Station, 1942, 124 p. (Bulletin, 670).

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.

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. **Trickleirrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975, 133p.

MANTOVANI, E. C. **AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001

SAN JUAN, J. A. M. **Riego por goteo: teoría y práctica. 3ª ed, revisada y ampliada**. Ediciones Mundi-Prensa, Castelló, 1993. p.86-87.

SANTOS, C. S.; SANTOS, D. P.; SILVA, P. F.; ALVES, É. D. S.; SANTOS, M. A. L. Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 8, n. 3, p. 4, 2013.

WILCOX, J.C.; SWAILES, G.E. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers. **Scientific Agricultural**, v.27, p.565-583, 1947.