

COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Vinicius Lemos Guerra Santos¹, Laércio da Silva Pereira², Everaldo Moreira da Silva³,
Carlos José Gonçalves de Souza Lima⁴, Theuldes Oldenrique da Silva Santos⁵,
Regiana dos Santos Moura⁶

RESUMO: Os sistemas de irrigação localizados por gotejamento caracterizam-se pela alta eficiência de aplicação de água. No entanto, avaliações periódicas das condições de funcionamento desses sistemas são cruciais para manter o bom desempenho. Objetivou-se avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se métodos variados de coeficientes de uniformidade de aplicação de água. O experimento foi realizado no município de Bom Jesus - PI, em um sistema de irrigação por gotejamento com cinco setores, de uma área cultivada com melancia. Os emissores do sistema foram IDROP online espaçados por 2,0 m, com vazão de 8 L h⁻¹ para a pressão de serviço 1 bar. Foram avaliados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), de Uniformidade Estático (CUE), de Uniformidade de Distribuição (CUD), coeficiente de Uniformidade Absoluto (CUa), Uniformidade de Hart (CUH) e a Eficiência padrão da HSPA (UDH). Os valores de CUC, CUE, CUD, CUa, CUH e UDH, foram respectivamente: 96,87; 95,80; 94,21; 93,07; 96,65 e 94,67%, evidenciando excelentes condições de funcionamento do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada, coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade Estático (CUE).

COEFFICIENT OF UNIFORMITY IN DRIP IRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT: Drip irrigation systems are characterized by high water application efficiency. However, periodic evaluations of the operating conditions of these systems are important for

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma, UFPI-CPCE, CEP: 64900-000, Bom Jesus-PI. E-mail: viniciuslgs@hotmail.com.

² Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia: irrigação e drenagem, UNESP-FCA, Botucatu-SP.

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia, UFPI-CPCE, Bom Jesus, PI.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Engenharia de água e solos, UFPI-CCA, Teresina, PI.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, UFPI-CTT, Teresina, PI

⁶ Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Agrícola, UFBA, Cruz das Almas, BA.

maintaining good performance. The objective of this study was to evaluate the performance of a drip irrigation system using a variety of water application uniformity coefficients. The experiment was carried out in the municipality of Bom Jesus - PI, in a drip irrigation system with five sectors, of an area cultivated with watermelon. The system emitters were IDROP online spaced by 2.0 m, with flow from 8 L h⁻¹ to the operating pressure 1 bar. The coefficients of uniformity of Christiansen (CUC), Static Uniformity (CUE), Uniformity of Distribution (CUD), Absolute Uniformity (CUa), Hart Uniformity (CUH) and HSPA Standard Efficiency (UDH) were evaluated. The values of CUC, CUE, CUD, CUa, CUH and UDH were respectively: 96.87; 95.80; 94.21; 93.07; 96.65 and 94.67%, showing excellent operating conditions of the system.

KEYWORDS: localized irrigation, Christiansen Uniformity Coefficient (CUC), Static Uniformity Coefficient (CUE).

INTRODUÇÃO

Em razão da escassez dos recursos hídricos, e do aumento populacional expressivo, torna-se necessário o uso de tecnologias que promovam uma maior eficiência no uso da água como fator de produção. Neste sentido, o uso de sistemas de irrigação cada vez mais eficientes, capazes de reduzir os custos de produção (água, energia elétrica e mão de obra) e ainda de otimizar a eficiência de aplicação de fertilizantes, tornam-se necessário na agricultura moderna.

Diante da escassez dos recursos hídricos, busca-se por sistema de irrigação mais eficiente, porém sabe-se que a distribuição da água aplicada dificilmente será uniforme, e a mensuração dessa variabilidade é fundamental na avaliação do desempenho da irrigação (Silva et al. 2004). Com uma boa uniformidade do sistema de irrigação é notório o efeito no rendimento das culturas e é considerada como um dos fatores mais importantes no dimensionamento e operação em sistemas de irrigação (Barreto Filho et al. 2000). De acordo com Bernardo et al. (2006) os parâmetros que qualificam a uniformidade de aplicação de água dos sistemas de irrigação, é considerado excelente quando a uniformidade se encontra acima de 90%, bom de 80 a 90%, regular de 70 a 80%, ruim 70 a 60% e inaceitável abaixo de 60%.

Os sistemas de irrigação localizados por gotejamento caracterizam-se pela aplicação da lâmina de irrigação nas regiões próximas ao sistema radicular das culturas, pela alta eficiência, a qual normalmente varia de 80-95%. No entanto, avaliações periódicas das condições de funcionamento desses sistemas são cruciais para manter o bom desempenho, evitar obstrução

de emissores, causados por partículas de solo e material orgânico. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se métodos variados de coeficientes de uniformidade de aplicação de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Bom Jesus - Piauí, em uma área de 2.500 m² cultivada com melancia. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude - 9°05'20,4'' S, longitude - 44°20'55,1'' W e altitude 283 m.

Foi avaliado um sistema de irrigação por gotejamento constituído por cinco setores, e composto por bomba com potência de 3 cv, vazão 8,5 m³ h⁻¹, rotação de 3.500 rpm e rendimento de 70%. O sistema de filtragem de água foi composto por filtro de disco de 128 mesh para evitar obstruções dos emissores, e manômetro para controle de pressão instalados na tubulação adutora medindo 10 m de comprimento de tubo de PVC de diâmetro nominal (DN) de 50 mm.

A tubulação principal do sistema media 50 m de comprimento (PVC) de DN 50 mm, com "cavalete" instalado no início da tubulação a uma altura de 0,60 m por 0,5 m de comprimento, no qual acoplava-se um injetor tipo venturi para injeção de fertilizantes a partir de reservatório de capacidade de 60 Litros. As linhas de derivação mediam 3 m de comprimento, de tubos de PVC de mesmo DN da linha principal com registros para abertura e fechamento do fluxo de água e de solução para as tubulações. As linhas secundárias do sistema foram de tubos de PVC de DN 32 mm das quais saiam as linhas laterais de polietileno de 16 mm de DN, medindo 52 m, com gotejadores IDROP online instalados a cada 2,0 m, de vazão unitária especificada pelo fabricante de 8 L h⁻¹, para pressão de serviço 1 bar. O coeficiente de descarga da curva vazão-pressão "x" do emissor especificado pelo fabricante foi de 0,5.

Para avaliação da uniformidade de aplicação de água (CU) do sistema de irrigação, empregou-se a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), que consiste na avaliação da 1ª lateral, lateral a 1/3, a 2/3 e a última lateral. Em cada linha lateral, o 1º gotejador, gotejador a 1/3, a 2/3 e o último gotejador, durante o tempo de 2 minutos em 3 repetições. Salienta-se que no momento dos testes utilizou-se uma pressão de 1 bar. O sistema de irrigação foi avaliado empregando-se os seguintes parâmetros descritos abaixo:

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

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

ii) Coeficiente de Uniformidade Estático em % (Wilcox & Swailes, 1947):

$$CUE = 100. \left(1 - \frac{S}{\bar{X}} \right) \quad 2$$

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

$$CUD = 100. \left(\frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right) \quad 3$$

iv) Coeficiente de Uniformidade Absoluto em % (Favetta et al., 1993):

$$CUa = 9,37365 + CUD \cdot 0,88840 \quad 4$$

v) Coeficiente de Uniformidade de Hart em %, (Hart, 1961):

$$CUH = 100. \left\{ 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \left(\frac{S}{\bar{X}} \right) \right\} \quad 5$$

vi) Eficiência padrão da HSPA em % (Hart, 1961):

$$UDH = 100. \left(1 - 1,27 \frac{S}{\bar{X}} \right) \quad 6$$

Em que,

n- número de emissores observados;

X_i - vazão de cada emissor (Lh^{-1});

\bar{X} - vazão média dos emissores (Lh^{-1});

S- desvio-padrão dos dados de vazão (Lh^{-1});

$X_{25\%}$ - média de 25% do total de emissores, com as menores vazões (Lh^{-1});

Para avaliação dos coeficientes de uniformidade utilizou-se as classificações dos valores encontrados de acordo com os propostos na literatura para cada coeficiente (Mantovani, 2001; Asae, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das lâminas coletadas para os cinco setores do sistema estão representadas na tabela 1. De maneira geral, verificou-se que os setores individualmente apresentaram bom desempenho pela análise dos coeficientes de uniformidade.

Tabela 1. Lâminas médias coletadas (mL) e coeficientes de uniformidade da distribuição da água aplicada (%) referentes ao teste realizado em campo. Bom Jesus, PI.

| Posições | Primeira | Lateral 1/3 | Lateral 2/3 | Última | |
|--|----------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------|
| Emissor | Linha lateral | | | | |
| 1º gotejador | 224,2 | 228,6 | 240,6 | 240,0 | |
| 1/3 | 229,6 | 229,6 | 232,2 | 234,8 | |
| 2/3 | 231,0 | 219,6 | 232,2 | 224,6 | |
| Último | 229,4 | 220,4 | 225,2 | 218,2 | |
| Médias dos parâmetros avaliados | | | | | |
| CUC | CUE | CUD | CUa | CUH | UDH |
| -----% | | | | | |
| 96,78 | 95,80 | 94,21 | 93,07 | 96,65 | 94,67 |

Para o sistema avaliado, constatou-se que todas as médias dos coeficientes CUC, CUE, CUD, CUa, CUH, e UDH, apresentaram-se maiores que 90%, indicando boas condições de desempenho e provavelmente ausência de problemas expressivos de entupimento provocados por partículas de solo e material orgânico e problemas hidráulicos. Notou-se ainda que o CUC se destacou como sendo o maior coeficiente obtido, corroborando com os resultados reportados por Cunha et al. (2014) para gotejamento superficial.

Quando comparados os coeficientes, verificou-se que o CUa apresentou-se com menor média (93,07). Esse resultado é contrário aos obtidos por Cunha et al. (2014) que ao comparar os coeficientes, encontraram a maior média para CUa. Essas divergências são justificadas pelas variações nas expressões matemáticas de obtenção desse coeficiente.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em campo mostraram que o sistema avaliado apresentou uma alta uniformidade de aplicação de água, apresentando coeficiente de uniformidade ótimo ao que é recomendado para sistemas de irrigação localizada, obtendo valores acima de 90%

REFERÊNCIAS

- ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, p.792-797, 1996
- BARRETO FILHO, A. de A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A. de; GOMES, E. M.; Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 309-314, 2000.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de Irrigação*. 8ª Ed. Viçosa, Ed. UFV, 2006, 625p.
- 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**. Washington DC: Soil Conservation Service-USDA, 1956, 24 p.
- CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; SANTOS, C. C. Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v 8, n6, p. 444 – 454, 2014.
- FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A. Correlação entre três métodos de estimativa da uniformidade de distribuição em irrigação localizada. **Engenharia Rural**, Botucatu, v. 4, p. 117-134, 1993.
- 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.

SILVA, E.M.; LIMA, J.E.F.W.; AZEVEDO, J.A.; RODRIGUES, L.N. Proposição de um modelo matemático para a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.8, p.741-748, 2004.

WILCOX, J.C.; SWAILES, G.E. Uniformity of water distribution by some under tree orchard sprinklers. **Scientific Agriculture**, v. 27, n. 11, p. 565-583, 1974.