

## COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUPERFICIAL EM CULTIVO DE QUIABEIRO

Vinícius Lemos Guerra Santos<sup>1</sup>, Laércio da Silva Pereira<sup>2</sup>, Everaldo Moreira da Silva<sup>3</sup>,  
Carlos José Gonçalves de Souza Lima<sup>4</sup>, Theuldes Oldenrique da Silva Santos<sup>5</sup>,  
Regiana dos Santos Moura<sup>6</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve por finalidade avaliar o desempenho de um sistema de irrigação localizada por gotejamento instalado em uma área de cultivo de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*), utilizando-se os parâmetros coeficientes de uniformidade de aplicação de água. O experimento foi realizado no Setor de Horticultura da Universidade Federal do Piauí, no município de Bom Jesus, PI, em área cultivada com quiabeiro, com o uso de um sistema de gotejamento por faixa contínua com 2 emissores por planta. 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: 98,45; 97,87; 97,35; 95,86; 98,30 e 97,30%, evidenciando que o sistema avaliado apresentou alta uniformidade, excelentes condições de funcionamento para o cultivo, com adequados índices de uniformidade de aplicação de água, colaborando com os valores recomendados pela literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Abelmoschus esculentus*, eficiência do uso da água, irrigação localizada.

## COEFFICIENTS OF UNIFORMITY OF A SURFACE DRY IRRIGATION SYSTEM IN OKRA CULTIVATION

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, UFPI-CPCE, CEP: 64900-000, Bom Jesus-PI. E-mail: viniciuslgs@hotmail.com.

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

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia, UFPI-CPCE, Bom Jesus, PI.

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

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, UFPI-CTT, Teresina, PI

<sup>6</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Agrícola, UFBA, Cruz das Almas, BA.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the performance of a drip irrigation system installed in an area of okra cultivation (*Abelmoschus esculentus*), using the coefficients of uniformity of application of water. The experiment was carried out in the Horticultural Sector of the Federal University of Piauí, in the municipality of Bom Jesus, PI, in an area cultivated with okra, with the use of a continuous band drip system with 2 emitters per plant. 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). The values of CUC, CUE, CUD, CUa, CUH and UDH, were respectively: 98.45; 97.87; 97.35; 95.86; 98,30 and 97,30%, evidencing that the evaluated system presented high uniformity, excellent working conditions for the crop, with adequate indexes of water application uniformity, collaborating with the recommended values in the literature.

**KEYWORDS:** *Abelmoschus esculentus*, water use efficiency, localized irrigation.

## INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), é uma hortaliça da família da Malvaceae que se situa entre as hortícolas de alto valor alimentício, ciclo vegetativo rápido, fácil cultivo e alta rentabilidade e, devido as suas utilidades, tem proporcionado um crescente aumento de produção (Lopes et al., 2018). O Brasil apresenta condições excelentes para o cultivo de quiabeiro, principalmente no que diz respeito ao clima, sendo popularmente cultivado nas regiões Nordeste e Sudeste. Assim, existe demanda de soluções específicas e adequadas, como por exemplo, o uso da irrigação para assegurar a expansão da produção agrícola nessas regiões. No entanto, a prática da irrigação necessita de grande volume de água durante seu uso, o que inviabiliza essa técnica em algumas regiões semiáridas (Medeiros et al., 2015).

O sistema de irrigação localizado por gotejamento é caracterizado pela aplicabilidade de água nas regiões próximas do sistema radicular das plantas em pequenas vazões e alta frequência, de modo que forme um “bulbo úmido” ou uma “faixa molhada” no solo. A avaliação da uniformidade de distribuição de água nos sistemas de irrigação pode apontar problemas ocasionados pela obstrução de emissores causado por partículas solidas e orgânicas, e em irrigação subsuperficial a intrusão radicular. Desta forma é de extrema a avaliação do desempenho dos sistemas de irrigação, pois quando mal dimensionado este pode acarretar em mal desempenho do sistema e prejuízos de produção tanto na qualidade como na quantidade.

Para realizar a estimativa de uniformidade de aplicação da água nos sistemas de irrigação, podem ser utilizados CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen), CUE (coeficiente uniformidade estatístico), CUD (coeficiente de uniformidade de distribuição), CUa (coeficiente de uniformidade absoluto), CUH (coeficiente de uniformidade de Hart) e o UDH (eficiência padrão). Objetivou-se com o presente estudo avaliar a uniformidade de aplicação de água de um sistema de irrigação localizada por gotejamento de faixa contínua em área cultivada com quiabeiro por meio de coeficientes de uniformidade.

## MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no Setor de Horticultura do Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas (CPCE), pertencente à Universidade Federal do Piauí (UFPI), situado a 3 km do município de Bom Jesus – PI. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas, obtidas com uso de GPS: 09°04'28" S, 44°21'31" W com altitude média de 277 m. O clima da região segundo a classificação de Thornthwaite é definido como sub-úmido seco e apresenta precipitação pluviométrica média de 900 a 1200 mm/ano com temperatura média de 26,5°C.

Avaliou-se um sistema de irrigação localizada por gotejamento de faixa contínua em área de 150 m<sup>2</sup> cultivada com quiabeiro, no espaçamento 0,6 x 0,3 m com 2 emissores por planta. A rede hidráulica do sistema de irrigação foi constituído por duas caixas de 500 L (uma para irrigação e outra fertirrigação) instaladas a altura de aproximadamente 5 m, filtro de tela para evitar obstruções dos emissores, linha principal de 10 m de comprimento de polietileno de diâmetro nominal (DN) de 16mm e linhas laterais de 12 m de polietileno de DN 13mm, com gotejadores equiespaçados em 0,30 cm, com vazão unitária especificada pelo fabricante de 2,8 L/h e o coeficiente de descarga da curva vazão-pressão “x” 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, dentro de cada 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):

$$CUD = 10 \quad (3)$$

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 propostos na literatura para cada coeficiente (MantovanI, 2001; Asae, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão exibidos as lâminas de irrigação e os valores dos coeficientes de uniformidade avaliados no sistema de irrigação por gotejamento superficial.

**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 Emissor	Primeira	Lateral 1/3	Lateral 2/3	Última	
1º gotejador	91	89	88	87	
1/3	89	88	88	86	
2/3	89	87	87	85	
Último	87	86	87	83	
<b>CUC</b>	<b>CUE</b>	<b>CUD</b>	<b>CUa</b>	<b>CUH</b>	<b>UDH</b>
-----%-----					
98,45	97,87	97,35	95,86	98,30	97,30

CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen); CUE (Coeficiente de Uniformidade Estático); CUD (Coeficiente de Uniformidade de Distribuição); CUa (Coeficiente de Uniformidade Absoluta); CUH (Coeficiente de Uniformidade de Hart); UDH (Eficiência padrão da HSPA).

No sistema avaliado, observou-se que todas as médias dos coeficientes CUC, CUE, CUD, CUa, CUH, e UDH, mostraram-se superiores a 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. O valor do coeficiente de uniformidade absoluta (CUa) foi igual a 95,86% sendo classificado de acordo por Bralts (1986) como excelente.

Quando comparados os coeficientes, verificou-se que o CUa apresentou-se com menor média (95,86), contrariando os resultados obtidos por Cunha et al. (2014), que encontraram a maior média para CUa, podendo ser justificado pelas variações nas expressões matemáticas para obtenção desse coeficiente.

## CONCLUSÃO

Os valores dos coeficientes de uniformidade de aplicação de água do sistema apresentaram uniformidade superior ao recomendado para os sistemas de irrigação localizada, operando acima de 90%, mostrando que o sistema se encontra em ótimas condições de aplicação de água.

Quando os coeficientes são comparados entre si, dos maiores para os menores percentuais, exibem as seguintes classificações: CUC, CUH, CUE, UDH, CUD e CUa.

## REFERÊNCIAS

- ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, p.792-797, 1996
- BRALTS, V.F. **Field performance and evaluation**. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- 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, 24p.
- 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. **Trickleirrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975, 133p.

LOPES, A. W. P.; FELICIANO, C. A.; GÊMERO, C. G.; FERRANTE, V. L. S. B. Adubações alternativas e poda apical: estratégias de transição agroecológica na produção de quiabo, **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação** – V. 4, n. 1 – Edição Especial, 2018 .

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

MEDEIROS, A. S.; NOBRE, R. G.; CAMPOS, A. C.; QUEIROZ, M. M. F.; MAGALHÃES, I. D.; FERRAZ, R. L. S. Características biométricas e acúmulo de fitomassa da berinjela sob irrigação com água residuárias e doses de nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 7, p. 1975-1985, 2017.

SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; XAVIER, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; CENTENO, C. R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. *Comunicata Scientiae*, v. 7, n. 1, p. 86-96, 2016.

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.