



UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

J. C da Silva¹, V. D. S. Barros², F. F. Martins³, L. F. F. Costa⁴,
S. M. S. Silva⁵, M. H. P. M. Silva⁶

RESUMO: A produtividade agrícola em áreas irrigadas depende de uma série de fatores, dentre os quais, o dimensionamento e manutenção dos sistemas. Aplicações excessivas ou insuficientes prejudicam o desenvolvimento das plantas, diminuindo a rentabilidade do produtor. Neste sentido, este trabalho objetivou-se avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento, quanto à uniformidade e a eficiência de aplicação da água na cultura do tomate. O teste foi realizado na cidade Arapiraca, numa área implantada com a cultura do tomate. Os coeficientes de uniformidade (CUC, CUD, CUE, CUH), foram obtidos utilizando a metodologia Keller e Karmeli, (1975) e a eficiência de aplicação estimada pela proporção entre o CUD e a eficiência do sistema de irrigação localizada. Os dados foram tabulados em planilhas e encontrados os coeficientes. Foram encontrados desempenhos classificados como excelente e bom para os coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de irrigação, eficiência de aplicação, tomate.

UNIFORMITY OF WATER DISTRIBUTION IN A DRIP IRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT: Agricultural productivity in irrigated areas depends on a number of factors, including the design and maintenance of systems. Excessive or insufficient applications hinder the development of plants, reducing the profitability of the producer. In this sense, this work aimed to evaluate the performance of a drip irrigation system, regarding the uniformity and efficiency of water application in the tomato crop. The test was carried out in the Arapiraca city, in an area implanted with the tomato crop. The coefficients of uniformity (CUC, CUD, CUE, CUH) were obtained using the methodology Keller and Karmeli, (1975) and the application efficiency estimated by the ratio between CUD and the efficiency of the localized

¹ Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: julianna_cds@hotmail.com

² Acadêmica de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: vanessa.barros.s1993@hotmail.com

³ Acadêmico de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: fmartins.ufal@gmail.com

⁴ Acadêmico de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: luis.costa@arapiraca.ufal.br

⁵ Acadêmica de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: monenemezio@gmail.com

⁶ Acadêmico de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: mariahelenaufal@hotmail.com

irrigation system. The data were tabulated in spreadsheets and the coefficients were found. Foram encontrados desempenhos classificados como excelentes e bons para os coeficientes de uniformidade e eficiência da aplicação, respectivamente.

KEY WORDS: Irrigation management, Application efficiency, tomato.

INTRODUÇÃO

Algumas regiões brasileiras sofrem com a escassez de água para irrigação, que torna limitante a expansão da área irrigada, fazendo-se necessária implementação de práticas que reduzam o consumo excessivo de água na agricultura, dependente de uma estimativa adequada da evapotranspiração e de adoção de sistemas de irrigação que aumentem a eficiência de utilização da água, já que, as aplicações excessivas resultam em prejuízos consideráveis para as plantas e solo, com uma menor eficiência do uso de água para irrigação (Reis et al., 2005).

Segundo RIBEIRO et al., (2010) um dos sistemas mais apropriados e em notável expansão é o sistema de irrigação por gotejamento, o qual apresenta vantagens, como a economia de água e energia, possibilidade de automação e fertirrigação das áreas cultivadas, de suma importância para agricultura brasileira, por viabilizar a irrigação para diversas culturas, entre as quais destacam-se as frutíferas e olerícolas.

Esse método de irrigação tem um consumo menor de energia e necessita de menos mão-de-obra pra o manejo do sistema. Além disso, precisa de sistemas de filtragem para seu correto funcionamento podendo apresentar valores de eficiência de uniformidade de aplicação de água da ordem de 85 a 95% (MANTOVANI et al., 2009).

A uniformidade de aplicação de água, em sistemas de irrigação por gotejamento, pode ser expressa por vários coeficientes, destacando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (Bernardo, 2008;; Keller e Karmelli, 1975), sendo mais frequente o uso do coeficiente de uniformidade de distribuição, já que este possibilita uma medida mais restrita, dando maior peso às plantas que receberam menos água (Lopez et al., 1992).

Os coeficientes são usados para expressar a variabilidade de distribuição da água aplicada por um sistema de irrigação por gotejamento, na superfície do solo. O primeiro deles foi proposto por Christiansen (1942) e adota o desvio médio absoluto como medida de dispersão (CUC). Wilcox & Swailes (1947) propuseram um coeficiente de uniformidade utilizando o desvio-padrão como medida de dispersão, para o qual se aceitam valores acima de 75% (CUE). Criddle et al. (1956) introduziram outra medida da uniformidade, considerando a razão entre a

média do menor quartil e a lâmina média coletada (CUD). Objetivou-se, avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento, quanto à uniformidade e a eficiência de aplicação da água na cultura do tomate.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado na área experimental da Universidade Federal de Alagoas, *Campus* de Arapiraca, agreste do Estado de Alagoas, numa área destinada ao cultivo de tomate, numa área representada por 740 m², com o plantio da cultura do milho, sendo operado por gravidade. O espaçamento entre linhas é de 1,2 m e entre plantas é de 0,2 m.

A vazão real dos emissores foi medida de acordo com a metodologia de Keller e Karmeli (1975), para avaliar a uniformidade de aplicação de água do projeto de irrigação localizada. Essa metodologia consiste na coleta de vazões de quatro emissores em quatro linhas laterais, ou seja, a primeira lateral, a linha lateral situada a 1/3 da origem, a situada a 2/3 e a última linha lateral de cada unidade operacional do projeto de irrigação em estudo. Em cada uma das linhas laterais, foram selecionados quatro emissores (o primeiro emissor, o situado a 1/3, 2/3 do comprimento da linha lateral e o último emissor). Foram realizadas três repetições, num período de três minutos cada avaliação. Com esses valores foram calculados os valores do CUD (Equação 1), CUC (Equação 2) e CUE (Equação 3) para os 16 gotejadores avaliados.

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{q_m} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

$Q_{25\%}$ = média de 25% do total de gotejadores com as menores vazões, (l/h);

Q_m = média das vazões coletadas nos gotejadores na subárea, (l/h).

Para a determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen do sistema (CUC) utilizou-se a seguinte equação:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_i^n |Q_i - Q|}{n Q} \right) \quad (2)$$

Em que:

Q_i = vazão coletada em cada gotejador (l/h);

Q = média das vazões coletadas de todos os gotejadores (l/h);

n = número de gotejadores analisados.

Para determinação do Coeficiente de Uniformidade de emissão (CUE) utilizou-se a seguinte equação:

$$CUE = \frac{q_{25\%}}{q_m} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

$q_{25\%}$ = média de 25% dos menores valores de vazões observadas, L h⁻¹;

q_m = média de todas as vazões coletadas, L h⁻¹;

Determinou-se a eficiência de aplicação (Ea) sob irrigação completa segundo MERRIAN & KELLER (1978), pode ser estimada por:

$$Ea = 0.9 \times CUD \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta das vazões, pode-se observar na Tabela 2 que as vazões dos emissores não diferiram drasticamente. A vazão média foi de 1,67 L ha⁻¹.

A análise conjunta dos coeficientes de uniformidade é essencial para avaliar o desempenho de quaisquer sistemas de irrigação (Santos et al., 2013; Rodrigues et al., 2013). Na Tabela 3 encontra-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) encontrado para a cultura do tomate foi considerado excelente pela classificação da (Asae, 1996). O valor mínimo do Coeficiente de Christian aceitável em sistema de irrigação por gotejamento é de 80% (Bernardo e Mantovani, 2009).

Na tabela 3, apresentam-se os valores dos coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC), de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade de emissão (CUE) e a Eficiência de Aplicação (EA), para o sistema avaliado.

Observa-se que o CUD (95,37%) foi menor que o CUC (97,19%). De acordo com Lopez et al. (1992), essa ocorrência é devido ao fato do CUD ser um tratamento mais rigoroso em problemas na distribuição ao longo da linha lateral. O sistema apresentou uma uniformidade de distribuição de 95,37% que, de acordo com a metodologia descrita por Merriam; Keller (1978), esse valor é classificado como excelente (> 90%).

Quando comparado com um sistema de aspersão, o gotejamento superficial apresenta-se com melhor porcentagem, onde, Santos et al. (2013) apresentou um CUC de aproximadamente 68%. Souza et al. (2008) apresentou um CUC semelhante (93,7%) ao avaliar um sistema de gotejamento na região nordeste do Paraná.

O sistema apresentou uma uniformidade de distribuição de 95.37% que, de acordo com a metodologia proposta por Bernardo e Mantovani (2009), esse valor é classificado como excelente (> 90%).

A avaliação do valor de CUE de 96,35% foi classificada como excelente de acordo com a classificação proposta por Bernardo e Mantovani (2009) onde determina os valores de CUE com o: excelente maior igual a 90%, muito bom entre 80 e 90%, regular entre 70 e 79%, péssimo entre 60 e 69% e inaceitável menor que 60% (Valnir Júnior et al., 2012).

A eficiência de aplicação apresentou aproximadamente 86% de eficiência (Tabela 3). Esse valor é contestado por Souza et al. (2008), que avaliando sistemas de irrigação, indicou uma eficiência de 100%. Já Keller; Bliesner (1993) afirmam que valores acima de 80% são aceitáveis para um sistema de irrigação, considerando que mesmo em um sistema de irrigação bem manejado podem ocorrer perdas por percolação profunda de até 10%.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos em campo mostraram que o sistema avaliado apresentou excelente uniformidade de distribuição e boa eficiência de aplicação, quando baseando-se a metodologias propostas pelos pesquisadores. Assim, a quantidade de água aplicada em projeto assemelha-se a aplicação real.

REFERÊNCIAS

- REIS, E. F.; BARROS, F. M.; CAMPANHARO, M.; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento. *Engenharia na agricultura*, **2005**, 13, 2, 74-81.
- RIBEIRO, P. A. A.; COELHO, R. D.; TEIXEIRA M. B. **Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de Cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidades de Água**. Engenharia. Agrícola. Jaboticabal, v.30, n.2, p.279-287, 2010.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8 Ed. UFV, Viçosa. 2008.

KELLER, J.; KARMELI D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975. 133p.

LOPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. Riego localizado. 2ed. Madrid: Centro Nacional de Tecnologia de Regadíos, 1992. p. 217-229.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkely: Universit of California, 1942.124p. (Bull, 670).

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, 1947.

CRIDDLE, W.D.; DAVIS, S.; PAIR, C.H.; SHOCKLEY, D.G. Methods for evaluating irrigation systems. Washington DC: Soil Conservation Service - USDA, 24p. *Agricultural Handbook*, 82. 1956.

SANTOS, C. S. dos.; SANTOS, D. P. DOS; SILVA, P. F. DA.; ALVES, E. DA S.; SANTOS, M. A. L. Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento. *Revista Verde*. **2013**,8,3,10-16.

RODRIGUES, R. R.; COLA, M. P. A.; NAZÁRIO, A. A.; AZEVEDO, J. M. G. DE; REIS, E. F. DOS. Eficiência e uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. *Ambiência Guarapuava* (PR). **2013**, 9, 2, 323-334.

ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Field Evaluation of Microirrigation Systems. St. Joseph, p.792-797. 1996.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan: Utah State University, **1978**. 271p.

SOUZA, L. O. C.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; FREITAS P. S. L. Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura. *R. Bras. Eng. Ambiental*, Campina Grande, PB, v.10, n.3, p.541-548, 2008.

VALNIR JÚNIOR, M.; SOUSA, L. S. de.; CARVALHO, C. M. DE; RAMOS, M. J. B.; LUNA, N. DE S.; ARAÚJO, O. P. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento gravitacional em campo com a cultura da abóbora. *I Inovagri*, Fortaleza, CE. 2012.

Tabela 1. Critérios para classificação do CUC, CUD e CUE.

Classificação	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	>90	> 84	90 - 100
Bom	80 - 90	68 - 84	80 - 90
Razoável	70 - 80	52 - 68	70 - 80
Ruim	60 - 70	36 - 52	60 - 70
Inaceitável	< 60	< 30	< 60

Fonte: Bernardo e Mantovani (2009)

Tabela 2. Valores da determinação de vazão das linhas gotejadoras, para determinação dos Coeficiente de Uniformidade para a cultura do tomate.

LINHA DE DISTRIBUIÇÃO	LINHA LATERAL DE DERIVAÇÃO			
	Início	1/3 do Início	2/3 do Início	Final
	q (L ha ⁻¹)	q (L ha ⁻¹)	q (L ha ⁻¹)	q (L ha ⁻¹)
Início	1,68	1,56	1,64	1,72
1/3 do Início	1,68	1,62	1,68	1,8
2/3 do Início	1,6	1,64	1,68	1,72
Final	1,6	1,72	1,68	1,74
VAZÃO MÉDIA	1,64	1,63	1,68	1,73

Tabela 3. Valores e classificação dos coeficientes de uniformidade de distribuição de água em campo do sistema de irrigação por gotejamento.

MÉTODO	EFICIÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO
CUC (%)	97,19	Excelente
CUD (%)	95,37	Excelente
CUE (%)	96,35	Excelente
EA (%)	85,83	Regular