

AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA INSTALADO NO MUNICÍPIO DO CRATO - CE¹

J. M. G. PEREIRA², C. M. CARVALHO³, W. M. ELOI⁴, S. C. R. V. LIMA⁵, E. J. SILVA⁶,
A. K. P. BEZERRA⁶, A. E. C. SOUSA⁷, C. H. C. SOUSA⁷

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido no Sítio Almécegas situado no município do Crato-CE, com a finalidade de avaliar um sistema de irrigação localizada tipo gotejamento instalado em uma área cultivada com a cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.). Os resultados obtidos mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência, de acordo com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação, que se apresentaram bastante inferiores aos valores recomendados por alguns autores. Recomenda-se realizar avaliações periódicas no sistema em funcionamento, preferencialmente duas vezes ao ano. Com esta avaliação pode-se evitar os problemas acima citados, obtendo-se assim valores de uniformidade e eficiência das aplicações aceitáveis.

Palavras-chave: Desempenho de sistemas de irrigação, gotejamento, *Psidium guajava* L.

EVALUATION OF THE UNIFORMITY OF A SYSTEM OF LOCATED IRRIGATION INSTALLED IN THE CITY OF CRATO – CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This work was developed in the Sítio Almécegas farm, Crato-Ceará, Brazil, with the purpose to evaluate a system of located irrigation type dripping installed in an area cultivated with the culture of goiaba (*Psidium guajava* L.). The gotten results had shown that the evaluated system presented low an efficiency, in accordance with the values of the coefficients of uniformity and efficiency of application, that if had presented sufficiently inferior to the values recommended for some authors. One sends regards to carry through periodic evaluations in the system in functioning, preferential two times to the year. With this evaluation it can be prevented the problems above cited, getting thus values of uniformity and acceptable efficiency of the application.

¹ Extraído da Monografia do primeiro autor.

² Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação, Instituto CENTEC, Rua Amália Xavier s/n, Triângulo, CEP 63.000-000, Juazeiro do Norte, CE.

³ M.Sc. em Irrigação e Drenagem, Prof. Instituto CENTEC, Juazeiro do Norte, CE.

⁴ M.Sc., Doutoranda em Irrigação e Drenagem, ESALQ.

⁵ M.Sc. em Irrigação e Drenagem, Prof. Instituto CENTEC, Sobral, CE.

⁶ Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação, Instituto CENTEC.

⁷ Tecnólogos em Recursos Hídricos/Irrigação, Mestrandos em Irrigação e Drenagem, UFC; e-mail: sousaibiapina@yahoo.com.br.

Key words: Performance of systems of irrigation, dripping, *Psidium guajava* L.

INTRODUÇÃO: A irrigação localizada desponta como um dos inputs mais promissores para o desenvolvimento da fruticultura irrigada no Brasil, e mais especificamente no Nordeste, onde a competição futura por água e energia elétrica, principalmente no vale do São Francisco, tenderá a priorizar o emprego de sistemas de irrigação mais eficientes, criando, assim, possibilidades de aumento das áreas irrigadas nessa região Nascimento et al. (1999). De acordo com Keller e Karmeli (1975), torna-se necessário à realização periódica de avaliações do sistema de irrigação, pois apesar das inúmeras vantagens apresentadas, existem problemas na irrigação localizada, dentre os quais destaca-se a obstrução dos emissores. Esta obstrução é causada por material orgânico em suspensão, por deposição química e por partículas minerais, características hidráulicas, topografia do terreno, pressão de operação, tamanho dos tubos, espaçamento entre emissores, variabilidade de vazão dos emissores e filtragem da água não adequada. A uniformidade é um indicador da igualdade (ou desigualdade) das taxas de aplicação dentro do diâmetro padrão de um emissor. Para se conhecer o nível de eficiência de um sistema de irrigação é necessário que se façam avaliações sistemáticas. Uma avaliação completa requer a análise de fatores como superfície molhada e a avaliação do funcionamento de acessórios como emissores, filtros, reguladores de pressão e válvulas volumétricas. E com o resultado, caso seja necessário, que se façam ajustes na operação e principalmente no manejo de irrigação (SOUSA, 2003). No sistema de irrigação localizada, a uniformidade de aplicação de água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada com a variação de vazão dos emissores, a qual é uma consequência das perdas de energia por atrito e pelas inserções dos emissores, do ganho ou perda de energia devido à topografia da superfície do solo, e da qualidade da matéria prima e dos processos de fabricação dos emissores (KELLER & KARMEI, 1974).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Sítio Almécegas localizado a 7°14' de latitude S, 39°25' de longitude W e uma altitude de 442 m, situada no município de Crato - CE. No estudo considerou-se uma área de 0,475 ha para fins de avaliação de sistema de irrigação. A área apresenta um sistema de irrigação por gotejamento, onde cada fileira de planta possui uma linha de polietileno de 12 mm contendo 4 emissores por planta espaçadas de 0,5 m formando uma faixa contínua. Os emissores são do tipo Katif (emissor fixado na linha lateral) com vazão nominal de 4 L h⁻¹. A cultura irrigada é um pomar de goiabeiras (variedade paluma) espaçadas a 5,0 m x 5,0 m. Os equipamentos usados para medir as taxas

de vazão e pressão dos emissores foram: um cronômetro, uma proveta graduada de 100 mL e um manômetro com unidade em kgf cm². Na avaliação foram selecionadas 4 posições na linha lateral sobre a linha secundária em funcionamento, as quais se encontravam nas seguintes posições: início, a 1/3 da linha secundária; a 2/3 da linha secundária e última linha. Após selecionar as quatro linhas laterais ao longo da linha secundária, foram selecionados 4 pontos ao longo da linha lateral, nas seguintes disposições: primeiro gotejador, gotejador situado a 1/3 do comprimento, gotejador a 2/3 do comprimento e o último gotejador, segundo Keller e Karmelli (1975). As avaliações das vazões dos emissores por planta foram realizadas nos 4 emissores, com três repetições de coleta para obtenção da média, em um tempo de 3 minutos para cada coleta de volumes dos emissores. Em seguida calculou-se a vazão média em função dos volumes coletados para os tempo de 3 minutos, com valor da vazão em L h⁻¹. Através dos dados coletados em campo foram realizados os cálculos para a avaliação do sistema de irrigação, entre eles: coeficiente de uniformidade de distribuição (Cud), coeficiente de uniformidade absoluta (Cua), uniformidade de emissão do sistema (Ue), uniformidade estatística (Us), eficiência de aplicação do projeto (Ea) e o coeficiente de variação da vazão do emissor (cv). O conceito de coeficiente de uniformidade de distribuição (Cud) foi originalmente apresentado por Keller & Karmeli (1974), sendo a sua definição baseada na razão entre as vazões mínima e média dos emissores, conforme expresso pela equação 01.

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (01)$$

onde: q_n é a média das 25% menores descargas dos emissores, em L h⁻¹; q_a é média das descargas de todos os emissores, em L h⁻¹.

Keller & Karmeli (1974) propuseram uma forma modificada da equação de Cud, denominada uniformidade de emissão absoluta (Cua), que inclui as razões das vazões máxima e mínima dos emissores com a média, sendo expressa pela equação 02.

$$CUa = \left[\frac{\frac{q_n + q_a}{q_a + q_x}}{2} \right] \times 100 \quad (02)$$

em que,

q_x - é a média das 12,5% maiores vazões observadas, em L h⁻¹;

q_n - é a média das 25% menores descargas dos emissores, em L h⁻¹;

q_a - é média das descargas de todos os emissores, em L h⁻¹.

Bralts (1986) apresentou os critérios para classificação dos valores de Cud e Cua que são: excelente (90% ou maior), bom (80% a 90%), regular (70% a 80%) e ruim (menor que 70%). A variação em razão do processo de fabricação é medida pelo coeficiente de variação da

vazão (cv):

$$cv = \frac{\left[\left(\sum q_i^2 - n q_a^2 \right) (n-1)^{-1} \right]^{\frac{1}{2}}}{q_a} \quad (03)$$

em que,

cv - é o coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal;

qi - é a vazão do emissor e n é o número de emissores testados.

Para efeito de dimensionamento, conforme observou Bralts (1986), a equação 01 foi posteriormente modificada e redefinida, de forma a incluir o coeficiente de variação de fabricação e o número de emissores por planta, resultando na equação 04 (uniformidade de emissão). Para efeito de avaliação de campo prevalece a equação 01.

$$UE = 100 \cdot (1 - 1,27 \cdot e^{-0,5 \cdot cv}) \cdot \left(\frac{q_n}{q_a} \right) \quad (04)$$

em que,

UE - é a uniformidade de emissão; qn é a média das 25% menores descargas dos emissores, em L h⁻¹;

e - número de emissores por planta.

A uniformidade estatística foi primeiramente apresentada por Wilcox & Swailes (1947) na avaliação de equipamentos de irrigação por aspersão, sendo baseada no coeficiente de variação (cv) da lâmina de água aplicada. De acordo com Bralts et al. (1987), uma abordagem estatística idêntica pode ser feita para os sistemas de irrigação localizada, bastando à substituição das lâminas de água, na conceituação original, pela vazão dos emissores. O conceito de uniformidade estatística (Us) é baseado no coeficiente de variação (CV) das vazões dos emissores, que por sua vez é obtido a partir das estimativas da média e do desvio padrão. Uma vez obtido o coeficiente de variação, foi calculado o valor de Us. Essa metodologia permite a avaliação da uniformidade de distribuição tanto de sistemas implantados como também para efeito de dimensionamento, sendo expressa pela equação 05.

$$U_s = 100 \cdot (1 - cv) = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_q}{q_a} \right) \quad (05)$$

em que,

Us - é a uniformidade estatística;

Sq - é o desvio padrão da vazão do emissor.

Segundo Favetta & Brotel (2001), Os critérios utilizados para classificação de Us são: excelente (90% ou maior), muito bom (80% a 90%), regular (70% a 80%), péssimo (60% a 70%) e inaceitável (menor que 60%). Para o cálculo da eficiência de aplicação, utilizou-se à expressão:

(06)

em que,

Ks - é o coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 90%, (onde o Ks desejável esta em torno de 85 a 90% segundo Vermeiren & Jobling (1997)).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O valor encontrado do coeficiente de uniformidade de distribuição (Cud) foi igual a 68,08% sendo classificado de acordo com Bralts (1986) como ruim. Este mesmo valor do coeficiente de uniformidade de distribuição (Cud) encontra-se classificado como regular (68% a 75%) de acordo com os valores recomendados por ASAE (1996). Observa-se que o valor do (Cud) obtido é o menor entre os valores dos demais coeficientes analisados. Porém, López et al. (1992), afirma que o emprego desse coeficiente em avaliação de sistemas de irrigação localizada é mais indicado, pois, possibilita uma visualização mais clara com relação às plantas que estão recebendo menos água. Os valores do (Cud) obtidos encontram-se muito abaixo dos recomendado pela literatura, nos quais pode-se atribuir estes resultados inferiores, ao entupimento dos emissores observados durante a realização das irrigações, o dimensionamento inadequado do sistema e as péssimas condições de operação e conservação do sistema. Outro fator que pode está contribuindo para este baixo coeficiente, pode esta relacionado com a variação física do equipamento devido ao tempo de uso. O valor do coeficiente de uniformidade absoluta (Cua) foi de 72,68%, sendo classificado de acordo por Bralts (1986) como regular. O sistema apresentou uma eficiência de aplicação (Ea) de 61,28%, estando bastante inferior ao valor recomendado pela FAO 36 citado por Sousa (2003), que deve está entre 90 a 95%. Segundo Merriam e Keller (1978) citados por Souza et al. (2001), este valor encontra-se na faixa de péssima uniformidade, sendo considerada inaceitável. Esta baixa eficiência deve-se a obstrução dos emissores, cortes nas mangueiras e vazamento nas conexões, o que pôde ser verificada durante a avaliação, pois não eram realizadas manutenções periódicas para garantir o seu bom funcionamento. A uniformidade de emissão (Ue) encontrada foi de a 57,79%, estando bastante inferior aos valores recomendados por Pizarro (1990), que deve está entre 90 a 95%, considerando que a topografia do terreno encontra-se com declividade em torno de 2% e a cultura com espaçamento de 5 m, num clima semi-árido. Dentre outros fatores pode-se verificar o elevado valor do coeficiente da vazão dos emissores que comprovaram a baixa uniformidade do sistema. O valor encontrado da uniformidade estatística (Us) foi de 76,19% sendo classificado de acordo com Favetta & Brotel (2001) como regular.

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência, de acordo com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação, que se apresentaram bastante inferiores aos recomendados por alguns autores. Recomenda-se realizar avaliações periódicas no sistema em funcionamento,

preferencialmente duas vezes ao ano. Com esta avaliação pode-se identificar e evitar os problemas acima citados, obtendo-se assim valores de uniformidade e eficiência das aplicações aceitáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, 1996, p.792-797.

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).

BRALTS, V.F.; EDWARD, D.M.; WU, I.P. Drip irrigation design and evaluation based on statistical uniformity concept. In: HILLEL, D. (Ed). **Advances in irrigation**. Orlando: Academic Press, 1987. v.4, p.67-117.

FAVETTA, G.M. & BOTREL, T.A. Uniformidade de Sistemas de Irrigação Localizada: Validação de Equações. **Scientific Agricultural**, vol.58, n.2, Piracicaba, Apr./June 2001.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transaction of the ASAE**. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design. S.1: **Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation**, 1975. 133p.

LÓPEZ, J.R., ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNÁNDEZ, J.F.G. **Riego Localizado**. Madrid, Espana: Mundi – Prensa, 1992. 405p.

PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia**. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1990.

SOUSA, A. E. C. **Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da manga (mangifera indica L.)**. Sobral: CENTEC/CE, 2003. 21p. (Monografia).

SOUZA, L.O.C.; MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M.; SOARES, A.A. Uniformidade de Distribuição de Água em Sistemas de Irrigação por Gotejamento, Utilizados na Cafeicultura Irrigada. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem – XI CONIRD, **Anais...**, Fortaleza, 2001. 307-311p.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. Tradução de GHEY, H.R.; DAMASCENO, F.A.V.;

SILVA JÚNIOR, L.G.A.; MEDEIROS, J.F. de. Campina Grande. UFPB. 1997. XX, 184p.:il., 30 cm (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36**).