



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE: AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES EM CAMPO

CARVALHO, C. M. DE¹; PEREIRA, J. M. G.²; ELOI, W. M.³;
SILVA, E. J.⁴; NOGUEIRA, B. DE M.⁵ & BARBOSA, R. DA S.⁵

¹MSc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral, Av. Dr. Guarany, 317 – Cidao, Sobral – CE, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

²Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, Faculdade de Tecnologia Centec Cariri.

³Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Profa. da Faculdade de Tecnologia Centec Cariri.

⁴Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFC, e-mail: edivamjs26@hotmail.com

⁵Graduandos em Tecnologia em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido na Escola Agrotécnica Federal 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.) e validar as equações de correlação entre os diferentes coeficientes de uniformidade. Os resultados obtidos com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência, se apresentando bastantes inferiores aos valores recomendados por alguns autores. Os valores dos coeficientes de uniformidade calculados na avaliação e os valores estimados pelas equações mostram-se muito próximos, confirmando a validade das equações propostas. Verificou-se ainda, uma diferença em torno de 16,56 pontos percentuais entre os valores encontrados da eficiência de armazenamento utilizando os diferentes coeficientes de uniformidade. Recomenda-se realizar avaliações periódicas no sistema em funcionamento, preferencialmente duas vezes ao ano, para se evitar os problemas acima citados, obtendo-se assim valores de uniformidade e eficiência das aplicações aceitáveis.

Palavras chave: Avaliação e manejo de irrigação, irrigação localizada, *Psidium guajava* L.

UNIFORMITY COEFFICIENTS: EVALUATION AND VALIDATION OF THE EQUAÇÕES IN FIELD

ABSTRACT: This work was developed in Federal the Agrotécnica School of the Crato - CE, 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.) and to validate the correlation equations enters the different coefficients of uniformity. The results gotten with the values of the coefficients of uniformity and efficiency of application had shown that the evaluated system presented low an efficiency, if presenting sufficiently inferior to the values recommended for some authors. The values of the coefficients of uniformity calculated in the evaluation and the values esteem for the equations reveal very next, confirming the validity of the equations proposals. It was still verified, a difference around 16,56 percentile points between the joined values of the storage efficiency using the different coefficients of uniformity. One sends regards to carry through periodic evaluations in the system in functioning,



preferential two times to the year, to prevent the problems above cited, getting thus values of uniformity and efficiency of the acceptable applications.

Key-words: Evaluation and handling of irrigation, located irrigation, *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).

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).

Vermeiren & Jobling (1997) acrescenta que, para auxiliar na avaliação de um sistema no campo, torna-se preciso conhecer alguns valores, como eficiência de aplicação (E_a), coeficiente de uniformidade (CU) e eficiência de armazenamento (K_s). A uniformidade de distribuição é uma informação importante para a avaliação de sistemas de irrigação localizada, tanto na fase de projeto como no acompanhamento do desempenho após a implantação. São disponíveis diferentes métodos para avaliação dessa uniformidade, gerando, no entanto, coeficientes sem base de comparação. Devido ao crescimento da área irrigada por sistemas localizados e a importância da avaliação da sua uniformidade de distribuição, destaca-se a necessidade de correlação entre diferentes métodos aplicáveis.

Este trabalho foi desenvolvido 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.) e validar as equações de correlação entre os diferentes coeficientes de uniformidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área de 0,475 hectare avaliou-se um sistema de irrigação por gotejo, onde cada fileira de planta possui uma linha de polietileno de 12 mm contendo quatro emissores por plantas no espaçamento de 50 cm em faixa contínua do modelo Katif (emissor fixado na linha lateral) com vazão nominal de 4 L h^{-1} .

A cultura irrigada foi um pomar de goiabeira, plantada em um espaçamento de $5,0 \times 5,0$ m com quatro gotejadores por planta. Os equipamentos usados para medir as taxas de vazões dos emissores foram: um cronômetro e uma proveta graduada de 100 mL. Para medir as pressões, foram utilizados: manômetro com unidade em kgf cm^{-2} e junções plásticas. Na avaliação foram selecionadas quatro posições na linha lateral sobre a linha de derivação, as

quais se encontravam nas seguintes posições: início, a 1/3; a 2/3 da linha secundária e última linha. Após selecionar as quatro linhas laterais ao longo da linha secundária, foram selecionados quatro pontos ao longo da linha lateral, nas seguintes disposições: primeiro gotejador, gotejador situado a 1/3 a 2/3 do comprimento e o último gotejador, segundo Keller e Karmeli (1975).

Utilizando a média de três coletas de 3 minutos cada, nos quatro emissores, avaliou-se as vazões dos emissores por planta, a vazão média dos volumes coletados e, finalmente, coletou-se as pressões na entrada e saída das linhas laterais durante a avaliação. 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) e uniformidade estatística (Us). Posteriormente foi realizada uma comparação entre os valores dos coeficientes de uniformidade obtidos na avaliação com os obtidos através das equações de correlação entre os coeficientes (Tabela 1) proposta por Favetta et al. (1993).

Tabela 1. Equações de correlações entre CUD, Us e Cua citados por Favetta et al. (1993)

Equação	r
$CUD = -37,79586 + U_s (1,38450)$	0,99815
$CUD = -10,30951 + CUa (1,12276)$	0,99746
$CUa = 9,37365 + CUD (0,88840)$	0,99746
$CUa = -24,40025 + U_s (1,23221)$	0,99920
$U_s = 27,41242 + CUD (0,72094)$	0,99815
$U_s = 19,85654 + CUa (0,81090)$	0,99920

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 na Tabela 2, 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 ao entupimento dos emissores, 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.



Tabela 2. Valores estimados por equações e valores calculados na avaliação do sistema

Método estimado	Método	Valor estimado	Valor calculado na avaliação	Diferença	Percentagem de diferença do valor calculado
Us	CUD	67,69	68,08	-0,39	-0,57
CUa	CUD	71,29		3,21	4,72
CUD	CUa	69,86	72,08	-2,22	-3,08
Us	CUa	69,48		-2,60	-3,61
CUD	Us	76,50	76,16	0,34	0,45
CUa	Us	78,79		2,63	3,45

Esta baixa eficiência deve-se a obstrução dos emissores, cortes nas mangueiras e vazamento nas conexões, o que pôde ser verificada na área de estudo durante a avaliação, pois não eram realizadas manutenções periódicas para garantir o seu bom funcionamento.

A uniformidade de emissão (Ue) encontrada foi de 57,79%, estando bastante inferior aos valores recomendados por Pizarro (1990), que deve estar 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.

Tendo como base os valores obtidos de CUD, CUa e Us sendo igual a 68,08%, 72,08% e 76,16% respectivamente, realizou-se uma comparação de seus valores com os valores obtidos através das equações de correlação citadas na Tabela 1 segundo Favetta et al. (1993).

Os valores estimados pelas equações propostas e os obtidos pela aplicação convencional de cada método na avaliação do sistema são apresentados na Tabela 2, tendo as diferenças entre eles oscilado de -2,60 a 3,21, ou seja, houve uma variação de -3,61 a 4,72% dos valores calculados.

As diferenças percentuais encontradas entre os valores calculados e estimados (Tabela 2) mostram-se muito baixas, confirmando a validade das equações propostas por Favetta e Brotel (2001), e viabilizando a comparação entre resultados de uniformidade dos três diferentes métodos, através da estimativa desses coeficientes de uniformidade a partir de um dos mesmos previamente conhecidos.

O uso das equações de estimativa dos coeficientes analisados mostra-se bastante interessante na avaliação pós-implantação de sistemas de irrigação, devido à escolha dos pontos de coleta para as medições de vazão serem totalmente distintas entre os conceitos de uniformidade de emissão e de uniformidade estatística, identificando diferentes coeficientes de uniformidade (coeficientes de uniformidade de distribuição, coeficiente de uniformidade absoluta e uniformidade estatística) a partir de um único método conhecido.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência. Através da comparação entre os valores encontrados com a avaliação em campo e os valores calculados através das equações de correlação entre os coeficientes de uniformidade comprovou-se a validação das mesmas.

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).
- 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.
- FAVETTA, G.M.; BOTREL, T. A.; FRIZONNE, J.A. Correlação entre três métodos de estimativa da uniformidade de distribuição em irrigação localizada. **Engenharia Rural**, Botucatu, v. 4, p. 117-134, 1993.
- KELLER, J.; KARMEI, 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.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; AZEVEDO, C.A.V. de. Caracterização hidráulica do microaspersor RAIN-BIRD QN-14. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 30-33, Jan/Abr. 1999.
- 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. Irrigação Localizada. Tradução de GHEY, H. R.; DAMASCENO, F. A. V.; SILVA JÚNIOR, L. G. A.; MEDEIROS, J. F. de. Campina Grande. UFPB, 1997. 184p. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 36).