

VARIAÇÃO DE PRESSÃO NA UNIFORMIDADE DA MICROIRRIGAÇÃO: UMA AVALIAÇÃO MULTIVARIADA

Antônio Mikael Santiago de Oliveira¹, Alan Bernard Oliveira de Sousa², Lucas Albuquerque de Lima¹, Rafael Vítor Matos Marques¹, Arthur Breno Rocha Mariano¹, José Thomas Machado de Sousa³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi utilizar a clusterização para avaliar o agrupamento de emissores da microirrigação em função da diferença de pressão. O experimento foi realizado em dois ensaios, o primeiro com gotejadores autocompensantes KATIF (Plastro Brasil) e IDROP (Irritec) dispostos em linha lateral, que por sua vez foi submetida a diferentes níveis: aclave de 6%, declive de 6% e em nível. Foram aplicadas diferentes pressões no início da linha: 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 bar. O segundo ensaio foi realizado em bancada com microaspersores (Amanco MF2), sendo esses da cor verde claro, bege e laranja, expostos às pressões no início da linha de 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 bar. As variáveis de uniformidade de irrigação, vazão média, pressão no início e no final da linha foram submetidas à análise de Cluster pelo método hierárquico por meio do software RStudio. Cada ensaio obteve a formação de 3 grupos, permitindo concluir que o gotejador IDROP, comportou-se de forma semelhante nas pressões de 0,8 e 1,0 bar. Enquanto, o KATIF em aclave nas pressões de 0,8, 1,0 e 2,5 bar apresentou comportamento distinto. O microaspersor laranja, emissor de maior vazão, apresentou comportamento diferente dos demais.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada, clusterização, vazão.

PRESSURE VARIATION IN THE UNIFORMITY OF MICRO-IRRIGATION: A MULTIVARIATE EVALUATION

ABSTRACT: The objective of this work was to use clustering to evaluate the grouping of microirrigation emitters as a function of the pressure difference. The experiment was carried

¹ Graduando em Agronomia, Depto de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias - UFC, Fortaleza, CE. e-mail: mikaeleng.agronomo@gmail.com

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

³ Mestrando em Irrigação e Drenagem, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

out in two tests, the first with self-compensating drippers KATIF (Plastro Brasil) and IDROP (Irritec) prescribed in a lateral line, which in turn was tested at different levels: 6% slope, 6% slope and. Different pressures were applied at the beginning of the line: 0.8; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 bar. The second test was carried out on a bench with microsprinklers (Amanco MF2), these being light green, beige and orange, exposed to pressure at the beginning of the 1.0 line; 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 bar. The variables of irrigation uniformity, average flow, pressure at the beginning and at the end of the line were maintained for the Cluster analysis by the hierarchical method using the RStudio software. Each test resulted in the formation of 3 groups, allowing the IDROP dripper to behave similarly at pressures of 0.8 and 1.0 bar. Meanwhile, the KATIF uphill at pressures of 0.8, 1.0 and 2.5 bar showed a different behavior. The orange micro-sprinkler, emitter of higher flow, presented a different behavior from the others.

KEYWORDS: drip irrigation, clustering, flow.

INTRODUÇÃO

A uniformidade da aplicação de água é essencial nos sistemas de irrigação. A variação da uniformidade pode apresentar impacto direto no rendimento da cultura e na economia do projeto (CUNHA, 2008). Para Scaloppi & Dias (1996) baixos valores de uniformidade estão associados ao indicativo de maior consumo de energia e água, podendo levar a perda de nutrientes, déficit e/ou excesso hídrico para as plantas.

A uniformidade dos sistemas de microirrigação está sujeita a variações na vazão e pressão (KELLER & KARMELI, 1974). A variação da pressão na rede de tubulação pode ser influenciada pela diferença de nível. Quando o fluxo tende a subir um aclave, pode ocorrer a perda de pressão; porém, quando se segue em declive pode ocorrer ganho de pressão. Tal fato pode influenciar diretamente a uniformidade de aplicação de água (SMAJSTRLA, 1990). Sendo assim, a variação da pressão ao decorrer do sistema de irrigação pode levar à desuniformidade da vazão aplicada (OLIVEIRA, 2015).

Sabendo disso, um projeto de irrigação deve levar em conta os efeitos das diferenças de nível em relação a pressão e o fluxo, considerando o comprimento da fita, a topografia, válvulas de alívio de vácuo para o planejamento da uniformidade de distribuição de água (SHOCK et al., 2006).

Desse modo, a utilização de emissores do tipo autocompensante contribui com a redução dos efeitos decorrente da variação de pressão sob a uniformidade da vazão na linha lateral

(SOUSA et al., 2011). O comprimento das linhas laterais depende estritamente do valor do expoente da vazão do emissor, em relação a gotejadores autocompensantes, tendo em vista que são menos sensíveis a variações de vazão em detrimento da pressão, possibilita o uso de linhas mais compridas (PRADO et al., 2014).

Em função do exposto, objetivou-se utilizar a clusterização para avaliar o agrupamento de emissores da microirrigação em função da diferença de pressão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Hidráulica e Irrigação do Centro de Ciências Agrárias, campus do PICI, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE, latitude 3° 44' 43" Sul e longitude 38° 34' 49" Oeste, com altitude de 26 metros. Em que o clima é do tipo Tropical Semi-úmido Aw, de acordo com a classificação de Köppen.

O experimento foi conduzido em dois ensaios experimentais. O primeiro foi realizado em fosso, com testes de variação de pressão em sistema de gotejamento, onde foram utilizados os gotejadores autocompensantes KATIF e o Botão Normal IDROP. O gotejador KATIF da marca Plastro Brasil, de acordo com o fabricante, apresenta vazão constante próxima de 3,75 L h⁻¹, com faixa de pressão operacional que varia de 0,8 até 3,0 bar. Quanto ao emissor IDROP da marca Irritec, apresenta uma vazão aproximada de 4 L h⁻¹ sobre a faixa de operação que varia entre 0,49 e 4,41 bar.

Os emissores foram dispostos ao decorrer de uma linha lateral, sendo utilizados 14 unidades, sob o espaçamento de 1,0 metro entre os gotejadores. Foi realizada a verificação da pressão no início e ao final da linha, submetendo as seguintes variações de pressão, 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 bar, ± 0,20 bar, para ambas as marcas de gotejadores. As diferentes pressões foram avaliadas em três diferentes situações (Linha Lateral disposta em Aclive a 6 %, em Nível e em Declive a 6%).

Coletou-se as respectivas vazões, com um tempo de 1,0 minuto por coleta para cada emissor, foram feitas 10 repetições para cada pressão. Além disso, para esse ensaio foram registrados dados de pressão no início da linha (PIL) e os dados de pressão no final da linha (PFL).

No segundo ensaio, foram testados 3 microaspersores da marca Amanco MF2, sendo estes da cor verde claro, com vazão 44 L h⁻¹, bege com 51 L h⁻¹ e laranja com 112 L h⁻¹. Sendo conduzido em bancada, em que foi verificada a pressão no início (PIL), meio (PML) e final da

linha (PFL). Submeteu as seguintes pressões no início da linha 1, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 bar, $\pm 0,21$ bar.

Foram utilizados 12 microaspersores distribuídos em uma linha lateral, com espaçamento de 0,50 metros. Foi verificada a vazão de cada emissor, aplicando os seguintes tempos de coleta de 30 segundos para os microaspersores verde claro e bege, e apenas 15 segundos para o emissor laranja. Esse tempo reduzido (15 segundos) para o emissor laranja foi aplicado em função do mesmo possuir uma vazão elevada, em comparação aos demais. Foram realizadas 4 repetições para cada emissor por pressão.

Na bancada de teste, os microaspersores foram instalados no centro de uma bandeja coberta por uma campânula plástica, que impedia a deriva da água dos emissores. Cada bandeja continha um orifício para saída do fluxo da vazão dos emissores.

Para facilitar o registro de dados de vazão, os coletores foram dispostos sobre uma plataforma rolante na bancada, desse modo, foi possível fazer a coleta nos 12 emissores ao mesmo tempo, maximizando a eficiência nas coletas das vazões. Os coletores se encaixavam abaixo do orifício, levando o fluxo de água direto aos coletores. As vazões foram medidas com a ajuda de uma proveta graduada com escala de 100 ml em ambos os ensaios.

Nos dois ensaios utilizou-se o aplicativo UniIrrig para registrar os dados, desenvolvido pelo grupo GETAI - UFC, visa dar um suporte nos cálculos de uniformidade de sistemas de irrigação por aspersão convencional, pivô central e localizada.

Após a obtenção dos dados experimentais registrados no aplicativo UniIrrig, os dados dos dois ensaios foram submetidos às equações de Coeficiente de Uniformidade de Christiansen - CUC (CHRISTIANSEN, 1942) e do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição - CUD (CRIDDLE et al., 1956), Vazão Média - V_m e Desvio Padrão - S por meio do Microsoft Excel® para cada um dos tratamentos, sendo eles, para gotejadores, KATIF (0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5) bar, e IDROP (0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5) bar, ambos submetidos a diferentes situações, com linha lateral em Aclive, em Nível e em declive.

No caso do teste de bancada foi realizado o mesmo procedimento, considerando a linha lateral em nível, obtendo-se o CUC (Equação 1), CUD (Equação 2), Vazão Média e Desvio Padrão para cada pressão (1; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0) bar, em cada tipo de microaspersores (Verde Claro, Bege, Laranja).

Equação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen - CUC:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - \bar{Q}|}{n \times Q} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que,

CUC = Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (%)

Q_i = Vazão coletada em cada emissor ($L h^{-1}$)

\bar{Q} = Vazão média ($L h^{-1}$)

n = Número de emissores a analisados.

Equação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição - CUD:

$$CUD = \left(\frac{Q_{(25\%)}}{Q_{média}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Em que,

CUD = Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%)

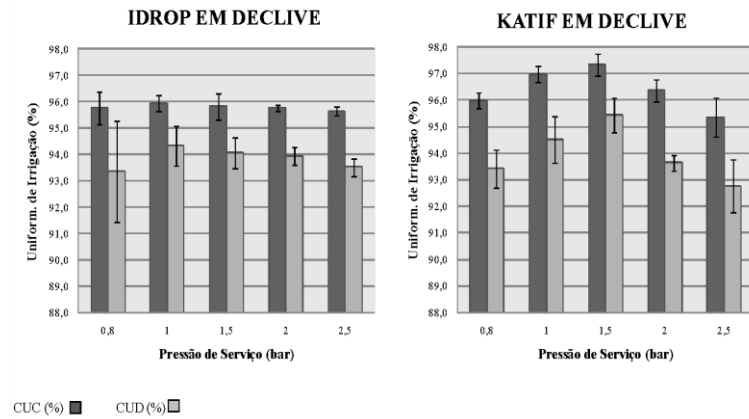
$Q_{(25\%)}$ = Média de 25% menores valores de vazões observadas ($L h^{-1}$)

$Q_{média}$ = Média das vazões coletadas ($L h^{-1}$)

Posteriormente, com a obtenção dos dados de CUC, CUD, Vazão Média (V_m), os dados foram submetidos à análise de Clusters, utilizando as seguintes variáveis, V_m , CUC, CUD, PIL, PFL, para o ensaio com gotejadores, e as variáveis V_m , CUC, CUD, PIL, PML, PFL para o ensaio com microaspersores, utilizando o software RStudio. Desse modo, foi possível fazer um agrupamento hierárquico de proximidade entre os emissores dispostos nos tratamentos, e com isso conseguir perceber certos padrões entre eles.

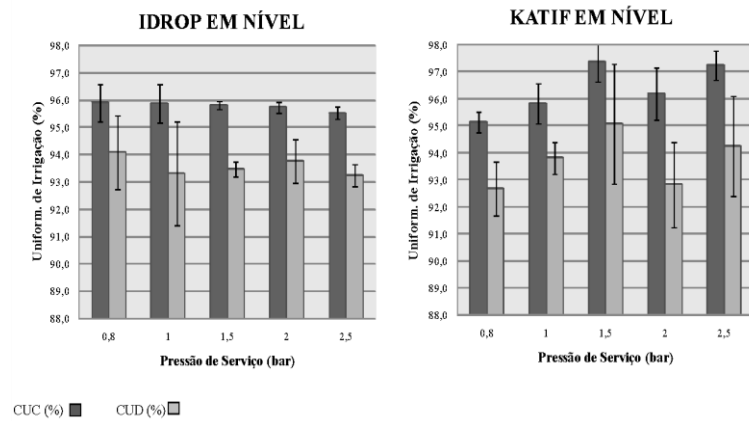
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao ensaio com gotejadores, os resultados mostraram que uniformidade de irrigação foi categorizada como excelente, de acordo com Bernardo et al. (2006). O emissor KATIF apresentou um CUC superior a 92% e CUD superior a 88%, em todas as diferenças de nível ao qual a linha lateral foi disposta, obtendo seu melhor desempenho quando submetido a pressão de 1,5 bar, independente da diferença de nível (Figura 1, 2 e 3).



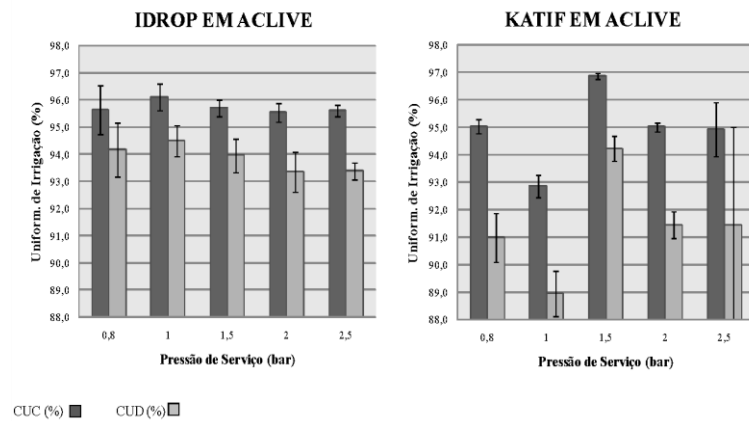
Fonte: Autor.

Figura 1. Uniformidade de Irrigação em função da pressão em gotejadores em declive.



Fonte: Autor.

Figura 2. Uniformidade de Irrigação em função da pressão em gotejadores em nível.



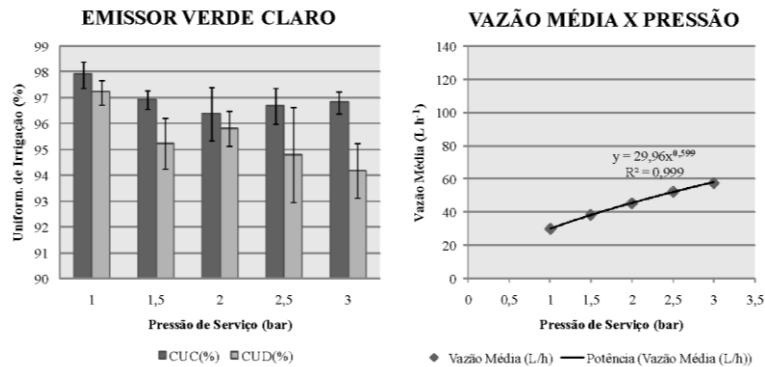
Fonte: Autor.

Figura 3. Uniformidade de Irrigação em função da pressão em gotejadores em aclive.

Silva et al. (2012) em experimento com o mesmo emissor submetido a variação de pressão de 1; 1,5; 2,0 e 2,5 bar, obteve um valor de 94% pelo método de CUD, enquadrado como uma excelente uniformidade. O gotejador IDROP comportou-se de modo mais constante em relação

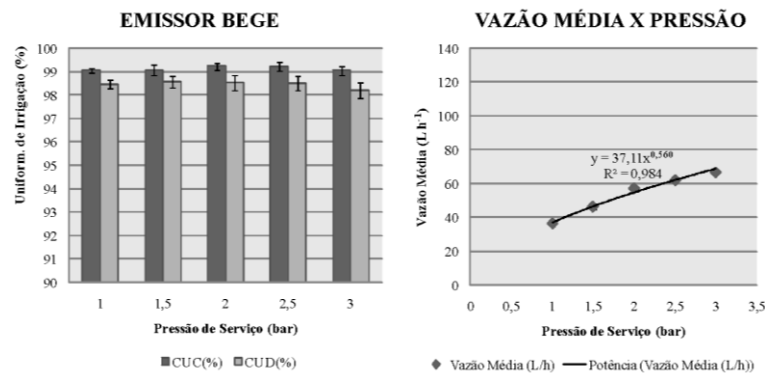
a uniformidade de irrigação em função da variação de pressão em comparação com o emissor KATIF.

Os resultados do ensaio em bancada mostraram que os 3 microaspersores testados apresentaram bom desempenho (Figura 4, 5 e 6), sendo que dos 3 os emissores, o bege apresentou os melhores percentuais de uniformidade de irrigação (Figura 5). Em relação a vazão média, todos microaspersores mostraram uma linha de tendência crescente (Figura 4, 5 e 6), comportando-se de forma mais acentuada no teste com o emissor laranja (Figura 6).



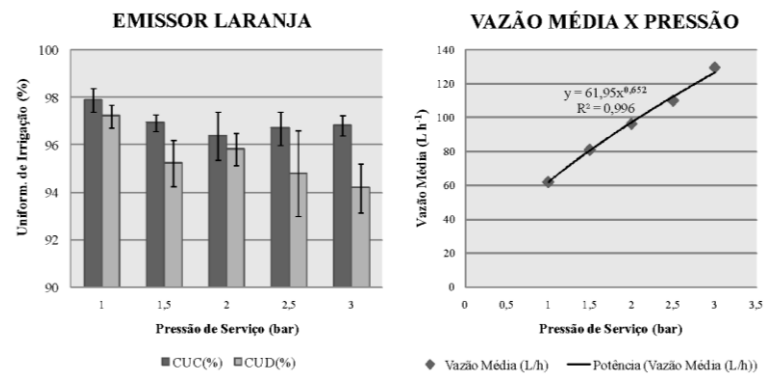
Fonte: Autor.

Figura 4. Uniformidade de irrigação e vazão média em função da variação de pressão para o emissor verde claro.



Fonte: Autor.

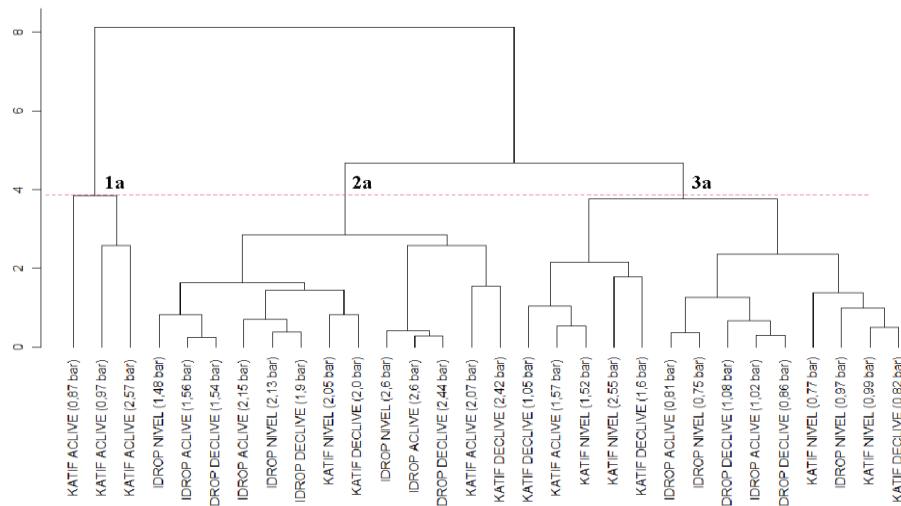
Figura 5. Uniformidade de irrigação e vazão média em função da variação de pressão para o emissor bege.



Fonte: Autor.

Figura 6. Uniformidade de irrigação e vazão média em função da variação de pressão para o emissor laranja.

Nos resultados da análise de cluster para o ensaio com gotejadores foi realizado um corte, com base na sua similaridade, havendo a formação de 3 grupos com base nas suas similaridades, 1a, 2a e 3a, subdivididos em subgrupos (Figura 7).



Fonte: Autor.

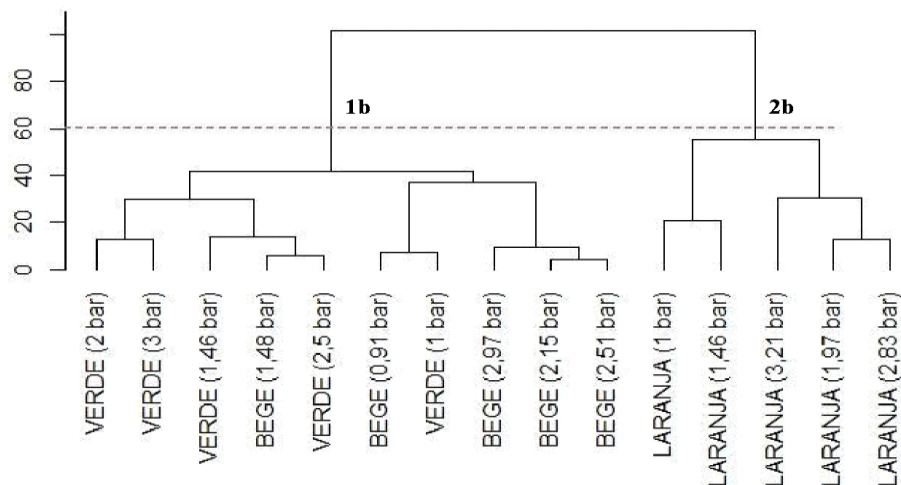
Figura 7. Dendrograma dos resultados da análise de cluster para o ensaio com gotejamento.

No primeiro agrupamento (Figura 7), agrupou-se emissores com acurácia inferior aos demais, sendo agrupados os emissores KATIFs com as baixas e altas pressões de 0,8, 1,0 e 2,5bar. Todos os emissores em situação de active apresentaram comportamento similar. Observa-se que neste agrupamento foram agrupados os emissores que apresentaram uma uniformidade de inferior.

Para o segundo agrupamento (Figura 7), observou-se que foram agrupados os emissores que apresentaram uniformidade intermediária dos dados analisados, sendo compostos por KATIFs e IDROPs em diferentes situações, em declive, em nível e em active.

Já para o terceiro agrupamento (Figura 7),agrupou-se emissores que apresentaram as maiores uniformidade. Foram agrupados os KATIFs com pressão próxima a 1,5 bar, em diferentes situações (Declive, nível e active), evidenciando que o emissor se comporta de forma semelhante independente da diferença de nível. Neste agrupamento também foram agrupando os emissores IDROP com pressões próximas a 0,8 e 1,0 bar, mostrando a sua similaridade de comportamentos.

Para o ensaio com microaspersores (Figura 8), realizou-se a divisão em dois grupos. No primeiro agrupamento, pode-se notar a similaridade existente entre os emissores verde e amarelo, corroborando com a curva de serviço dos emissores de acordo com o fabricante, que apresenta uma certa proximidade.



Fonte: Autor.

Figura 8. Dendrograma dos resultados de análise de cluster para o ensaio com microaspersores.

O segundo agrupamento apresentou apenas o emissor laranja, em todas as pressões testadas, justificando tal disparidade em função de sua elevada vazão, o que o faz responder de forma diferente às variações de pressão.

CONCLUSÕES

Os emissores mostraram um bom desempenho de uniformidade mesmo submetidos a variação de pressão.

A clusterização apresentou a sensibilidade de emissores quanto as variáveis avaliadas formando diferentes grupos em função dessas características.

Quanto maior a vazão do emissor, mais distinto a resposta desse emissor em comparação aos demais emissores testados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. et al. **Manual de irrigação**. 8.ed., Atualizada e ampliada. VICOSA: UFV, 2006.

CHRISTIANSEN, J. E. et al. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: University of California, 1942.

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

CUNHA, F. F. et al. Manejo de micro-irrigação baseado em avaliação do sistema na cultura do meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 147-155, 2008.

OLIVEIRA, V. M. R. DE. **Influência de pressões de trabalho, espaçamentos e altura de instalação na distribuição de água de aspersor autocompensante**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Estadual Paulista - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

PRADO, G.; NUNES, L. H.; TINOS, A. C. Avaliação técnica de dois tipos de emissores empregados na irrigação localizada. **Revista Brasileira De Agricultura Irrigada-RBAI**, Cidade Gaúcha, v. 8, n. 1, 2014.

SCALOPPI, J. E.; DIAS, K. F. S. Relação entre a pressão de operação e a uniformidade de distribuição de água de aspersores rotativos por impacto. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1996.

SHOCK, C. C. et al. **Drip irrigation: an introduction**. Oregon State University, Corvallis, 2006.

SILVA, L. P. DA et al. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 480-486, 2012.

SMAJSTRLA, A. G. et al. **Field evaluation of micro irrigation water application uniformity**. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1990.

SOUSA, V. F. DE et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2011.