

Avaliação da uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação por gotejamento

Gabriel Alba¹ e Helton Aparecido Rosa²

¹Técnico em Agropecuária. Acadêmico do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. gabinhoalba@hotmail.com

²Engenheiro Agrícola. Mestre em Energia na Agricultura. Doutorando em Engenharia Agrícola (UNIOESTE). helton.rosa@hotmail.com

Resumo: O conhecimento sobre a influência na distribuição de água no sistema de irrigação por gotejamento é de suma importância. O objetivo deste trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação por gotejamento. O estudo foi realizado no perímetro Indústria de Conservas Aguasolo, localizado na cidade de Santa Helena – PR. O experimento foi composto por uma linha principal e 4 linhas laterais, contendo 50 gotejadores por linha, totalizando 200 gotejadores nas 4 linhas. Foram cronometrados a vazão de 4 gotejadores por linha, por um tempo de 3 minutos cada um, fazendo essa repetição por 20 vezes, para se ter uma maior precisão na distribuição de água no sistema. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, submetidos à análise descritiva comparada aos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e uniformidade de distribuição (CUD). A uniformidade de distribuição de água no sistema de irrigação por gotejamento foi classificado como excelente, através dos coeficientes CUC e CUD, com isso teria alta eficiência em qualquer cultura instalada.

Palavras-chave: gotejadores, hidráulica, água na agricultura.

Assess the distribution of water in a drip irrigation system

Abstract: Knowledge about the influence on water distribution in the drip irrigation system is of paramount importance. The objective of this work was to evaluate the uniformity of water distribution in a drip irrigation system. The study was carried out in the perimeter Industria de Conservas Aguasolo, located in the city of Santa Helena - PR. The experiment was composed of a main line and 4 lateral lines, containing 50 drippers per line, totaling 200 drippers in the 4 lines. The flow of 4 drippers per line will be timed for a time of 3 minutes each, doing this repetition by 25 times, to have a greater precision in the distribution of water in the system. The results obtained were statistically analyzed, submitted to descriptive analysis compared to Christiansen uniformity coefficients (CUC) and distribution uniformity (CUD). The uniformity of water distribution in the drip irrigation system was classified as excellent, through the CUC and CUD coefficients, which would have high efficiency in any installed crop.

Key words: drippers, hydraulics, water in agriculture.

Introdução

A necessidade de saber como está a distribuição de água nos sistemas de irrigação é de suma importância para o uso eficiente da água, onde toda área receba as reais necessidades que são aplicadas pelo sistema. Consequentemente a cultura irrigada depende tanto da quantidade, como da qualidade de água.

Conforme Frizzone (2003) a irrigação localizada é a aplicação de água no solo diretamente sobre a zona radicular das culturas em pequenas quantidades durante um período prolongado. E com a crescente necessidade de economizar água, vem crescendo a busca de irrigação por gotejamento, pela máxima eficiência do sistema e uniformidade de distribuição.

Os sistemas de irrigação por gotejamento são de grande importância para a agricultura, podendo utilizar em diversas áreas principalmente para a fruticultura, horticultura e fertirrigação (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012). Esse sistema apresenta vários pontos positivos, tais como, baixo custo de mão-de-obra e energia; elevada eficiência de aplicação; facilidade na aplicação de fertilizantes, como a fertirrigação; adaptação aos diferentes tipos de solo; mantém o solo uniformemente úmido; o vento e a declividade do terreno não limitam a irrigação. Mas apresentam também pontos negativos, como alto custo inicial; fácil entupimento dos emissores; e a diminuição da profundidade das raízes (MATOS, 1999).

São vários fatores que interferem na distribuição de água às plantas. Do volume que é retirado da fonte (poço artesian, rio ou reservatório); durante o funcionamento dos sistemas, dependendo das condições atmosféricas, como ventos e altas temperaturas. Assim, haverá uma redução significativa entre o volume inicial e o volume final, aplicado ao solo (CONCEIÇÃO, 2002).

Segundo Silva (2005) a aplicação de água por métodos tradicionais, como microaspersão, aspersão, provoca uma enorme perda da água por evaporação, entre 15% e 30% evapora até o solo. Porém, aplicando a água com irrigação por gotejamento, diretamente na raiz da sua planta, a água não tem chance de evaporar. Isso garante que você use a sua água da melhor maneira possível.

No sistema de agricultura irrigada, quase sempre os produtores não dispõem de tempo para revisar os equipamentos de irrigação, que em geral, são usados em determinado tempo sem que haja revisão da motobomba ou substituição dos reguladores de pressão, os quais têm vida útil relativamente reduzida (BERNARDO, 2004). Esse comportamento é de uma das causas da má distribuição de água no solo, resultando em queda de produtividade nas lavouras irrigadas.

Conforme Mantovani (2009) para a avaliação da uniformidade de aplicação da água podem ser utilizados coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), o coeficiente de uniformidade estatístico (CUE), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), o coeficiente de uniformidade absoluto (CUA), o coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) e a eficiência padrão (UDH).

Para Drumond (2004) existem várias equações para calcular a uniformidade de aplicação de um sistema de irrigação por gotejamento, sendo a equação de Christiansen (CUC) a equação de uniformidade mais utilizada. O valor do CUC representa o percentual da lâmina projetada que a área está recebendo. Outro coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), também pode ser utilizado para determinar a uniformidade e em seguida a eficiência do sistema de irrigação.

Conforme Puig-Bargueset (2005), quanto maior o valor do CUC, menor é a lâmina de irrigação necessária para alcançar produtividade máxima. E de acordo com Bernardo (2008), o limite mínimo de CUC aceitável em sistema de irrigação por gotejamento é de 80%.

A uniformidade de distribuição CUD, possibilita uma medida mais precisa, pois considera a razão entre a média de 25% do menor gotejador das vazões e a lâmina média coletada. O baixo valor do CUD expressa uma perda de água por percolação (LÓPEZ, 1992).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação por gotejamento.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no município de Santa Helena – PR, com suas coordenadas geográficas latitude 24°51'37"S e longitude 54°19'58"W, localizado no perímetro Indústria de Conservas Aguasolo. O clima é classificado como subtropical, com temperatura média no mês mais frio de 15,8 C° e temperatura média no mês mais quente de 25C°, com verões quentes, e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão.

O sistema constitui-se de materiais novos, tais como: tubos gotejadores planos, da marca Gi-Teip, caracterizados de 16 mm de diâmetro, com vazão nominal de 1,10 L ha⁻¹ e pressão do sistema de 1 kgf/cm². Constituído por uma linha principal e 4 linhas laterais com comprimento de 10 metros cada linha, espaçamento de 20 cm entre um emissor e outro, possuindo 50 gotejadores por linha, totalizando 200 gotejadores no sistema. Para se ter uma melhor precisão foi utilizado um filtro de disco, para eliminar quaisquer impurezas que possam prejudicar o desempenho do sistema.

Para coleta de dados foi utilizada a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), que consiste na determinação da vazão em 4 emissores por linha lateral, usando um recipiente para coleta, durante um tempo de 3 minutos cada um, fazendo essa repetição por 20 vezes. A figura 1 representa um croqui do experimento e demonstra como foi realizado a coleta de dados.

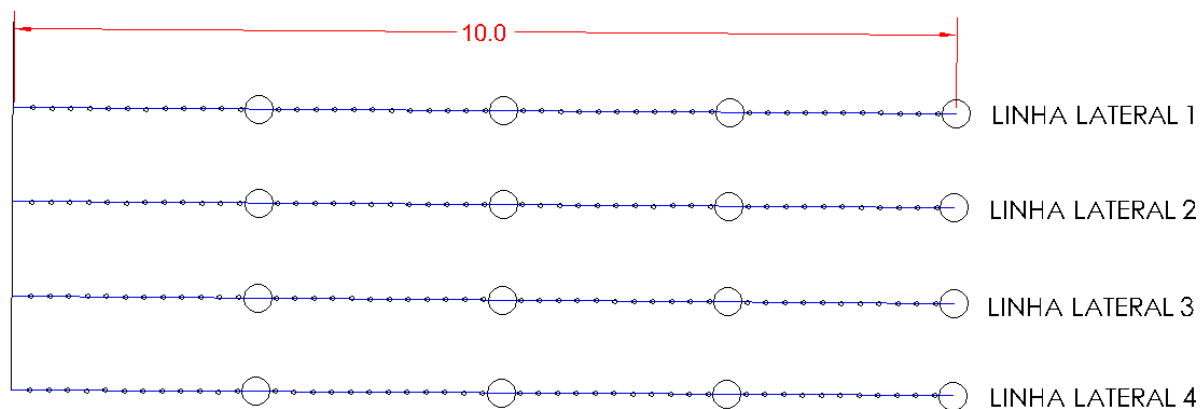


Figura 1 - Croqui do experimento.

Fonte: Gabriel Alba (2018).

A fim de se avaliar a distribuição do sistema de irrigação utilizou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), desenvolvido por Christiansen (1942), e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), proposto por Merriam e Keller (1978), demonstrados pelas equações 1 e 2.

• **Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)**

$$CUC = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N \cdot \bar{X}} \right), \text{ em percentagem.}$$

(Equação 1)

N: número de coletores;

X_i : número de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície;

$\bar{X}$: lâmina média aplicada.

• **Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD)**

$$CUD = 100 \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{X}}, \text{ em percentagem.}$$

(Equação 2)

$\bar{x}$: lâmina média de 25% dos coletores com as menores precipitações;

$\bar{X}$: média das precipitações, considerando todos os coletores.

Para classificação dos dados de CUC e CUD serão utilizadas as classificações abaixo, que estão descritas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Classificação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC).

CUC	Classificação
90% ou maior	Excelente
80% até 90%	Bom
70% até 80%	Regular
60% até 70%	Ruim
Menor que 60%	Inaceitável

Fonte: Bernardo, Mantovani e Soares (2008).

Tabela 2 - Classificação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).

CUD	Classificação
90% ou maior	Excelente
80% até 90%	Bom
70% até 80%	Regular
60% até 70%	Ruim
Menor que 60%	Inaceitável

Fonte: López (1992).

Resultados e discussão

As vazões dos emissores são fatores que influenciam no desempenho de eficiência dos sistemas de irrigação, pois sua operação incorreta provoca variações na uniformidade de distribuição de água, onde irá refletir na produtividade da cultura instalada.

A tabela 3 apresenta os resultados da estatística descritiva da vazão a partir dos 20 ensaios realizados.

Com os valores obtidos no experimento (Tabela 3), verificou-se que a maioria dos gotejadores encontra-se próximo do valor especificado pelo fabricante que é de 1,10 L ha⁻¹ sendo a média coletada no sistema foi de 1,088 L ha⁻¹

O coeficiente de variação ficou em 1,06. Segundo Pimentel Gomes (1985), menor ou igual a 10, significa que o C.V. é baixo, com isso teve baixa dispersão dos dados.

Tabela 3 - Estatística descritiva para 20 ensaios realizados em um sistema de irrigação por gotejamento.

Estatística Descritiva	Vazão L ha⁻¹
Média	1,0888
Mediana	1,0925
Moda	1,1000
Desvio padrão	0,01156
Variância da amostra	0,00013
Mínimo	1,070
Máximo	1,100
Coeficiente de variação (%)	1,06
Gotejadores	16

Fonte: Gabriel Alba (2018).

Analizando a Tabela 3, a média da vazão dos emissores, ficou aproximada ao valor máximo de vazão, consequentemente a uniformidade de distribuição de água no sistema está considerada excelente, e não teve diferenças significativas.

Tabela 4 – Valores dos coeficientes CUC e CUD para os ensaios realizados.

Coeficiente	Valores	Classificação
CUC (%)	98,53	Excelente
CUD (%)	97,71	Excelente

Fonte: Gabriel Alba (2018).

De acordo com a Tabela 4, o sistema apresenta classificação excelente com 98,53% para o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), apresentando grande eficiência na uniformidade de distribuição de água. E apresenta também 97,71% classificado como excelente o valor do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD). Com esses resultados, a cultura que for instalada obtém maiores produtividades, gerando maior lucro para o produtor.

Geralmente o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) é menor que o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC); este comportamento é esperado, pelo fato de que o CUD considera a média das 25% menores lâminas coletadas e o de Christiansen ponderam à média de todos os coletores.

Resultados mais inferiores foram encontrados no experimento de Silva et al. (2015), na cultura do milho, apresentando CUC com 87,6% classificado como bom, e CUD com 77,5% classificado como regular.

Neto et al. (2013), tiveram resultados mais satisfatórios em seu trabalho na cultura do tomate, perante ao experimento de Silva et al (2015), onde o CUC com 83%, e o CUD com 88%, ambos classificados como bom.

Conforme o experimento de Santos et al. (2012), o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) foi de 74%, e o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) foi de 75%, ambos considerados regular, porém o CUC é inaceitável abaixo de 80%, consequentemente teve um resultado insatisfatório.

Conclusões

A uniformidade de distribuição de água no sistema de irrigação por gotejamento foi classificada como excelente, através dos coeficientes CUC e CUD, com isso teria alta eficiência em qualquer cultura instalada.

Referências

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 Ed. UFV, Viçosa. 2008.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Simulação da distribuição de água em microaspersores sob condição de vento**. Tese (Doutorado em Agronomia). Piracicaba: ESALQ/USP, 2002, 110 p

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; OLIVEIRA, R. C.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; GOMES, R. R. F. Caracterização hidráulica de gotejadores em condição superficial e subsuperficial. Fortaleza, CE, INOVAGRI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.7, nº. 5, p 317 - 329, 2013.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo, num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa. 1980. v 27, n. 150, p. 155 - 162.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T. **Utilização da aspersão em malha na cafeicultura familiar**. Uberaba. 2004. 88p.

FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. **Avaliação de sistemas de irrigação**. In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de M. (Org.). Irrigação. Piracicaba, SP: FUNEP, 2003. p. 573-651.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, v.17, p.678 - 684, 1975.

LÓPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992, 405p.

MANTOVANI, E. C.; FACCIOLI, G. G.; LEAL, B. G.; SOARES, A. A.; COSTA, L. C.; FREITAS, P. S. L. Influence of the water distribution uniformity and irrigation depth on the yield of irrigated bean crop. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 458-469, 2009.

MEDEIROS, M. G. A.; MATOS, J. A.; AZEVEDO, C. A. V. de; DANTAS NETO, J. Influência de fatores climáticos na eficiência potencial de aplicação de água do microaspersor Nandam 7110 em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., Lavras, 1998. **Anais...**Lavras: UFLA/SBEA, 2001. v.2, p. 142-144.

NETO, E. M.; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A.; RODRIGUES, L. N. Proposição de um modelo matemático para a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.741-748, 2004.

PIMENTEL GOMES, Curso de Estatística Experimental, 1985. Piracicaba-SP. **ESALQ/USP**.

PUIG BARGUES, J.; ARBAT, G.; BARRAGAN, J.; RAMIREZ DE CARTAGENA, F. Hydraulic performance of drip irrigation subunits using WWTP effluents. **Agriculture Water Management**. v.77, n.1-3, p.249-262, 2005.

SANTOS, M. A. L.; SANTOS, D. P.; SILVA, D. S.; SILVA, M. S.; CAVALCANTE, P. H. S. Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 7-12, 2015.

SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano 4, n. 8, 2005.