

UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Ananda Ferreira de Oliveira¹; Fernando Nobre Cunha²; Daniely Karen Matias Alves³; Marconi Batista Teixeira²; Frederico Antonio Loureiro Soares²; Vitor Marques Vidal²; Fernando Rodrigues Cabral Filho⁴; Gabriela Nobre Cunha³; Jean Gonçalves Oliveira¹

¹Eng° Ambiental IF Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, Brasil: anandaferreira13@gmail.com; jeanhti@gmail.com. ²Doutor em Agronomia, IF Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, Brasil: fernandonobrecunha@hotmail.com; marconibt@gmail.com; fredalsoares@hotmail.com; vmarquesvidal@gmail.com. ³Mestranda em Agronomia e Mestranda em Desenvolvimento e Planejamento Territorial; ⁴Doutorando em Agronomia, daniely_karen@hotmail.com; gabriela-nc@hotmail.com; fernandorcfilho10@gmail.com.

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar a uniformidade de aplicação de água ao longo do tempo e em diferentes pressões de operação de um sistema de gotejamento superficial. O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4×6 , com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro pressões (0,8, 1,1, 1,4 e 1,7 kgf) e seis tempos de funcionamento (600, 650, 700, 750, 800, 850 horas). O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento superficial dotado de emissores autocompensantes modelo iDrop PC-PCDS com vazão de $2,2 \text{ L h}^{-1}$ e pressão de operação de 5 a 45 mca, inseridos em mangueira de polietileno de baixa densidade de 16 mm, com espaçamento de 0,5 m. Depois de tabulados os dados de vazão, foram efetuados os cálculos do coeficiente de uniformidade de Christiansen e o coeficiente de uniformidade de distribuição. O menor coeficiente de uniformidade de Christiansen e o coeficiente de uniformidade de distribuição são verificados no tempo de funcionamento de 850 horas. As variações crescentes de pressão elevaram o Coeficiente de uniformidade de Christiansen e o Coeficiente de uniformidade de distribuição até a pressão de 1,21 kgf, sendo que, com a aplicação dessa pressão foi atingido o valor máximo de 99,08 e 96,59%.

INTRODUÇÃO

A utilização da irrigação localizada vem crescendo constantemente, devido ao seu baixo consumo de água e boa taxa de uniformidade, tendo como problema recorrente a obstrução de emissores (CUNHA et al., 2016). A alteração na vazão tem como a sua pior hipótese a obstrução dos emissores devido ao pequeno espaço para passagem de água dos mesmos, sendo mais constante e de maior impacto na irrigação por gotejamento subsuperficial (BUSATO; SOARES, 2010).

A uniformidade da aplicação de água de um sistema de gotejamento está ligada a fatores hidráulicos, qualidade dos gotejadores e a qualidade de água aplicada (CUNHA et al., 2013). Outro fator importante é que ao longo do tempo o sistema pode apresentar distúrbios de vazão em função do manejo de irrigação adotado (COELHO, 2007).

O objetivo do estudo foi avaliar a uniformidade de aplicação de água ao longo do tempo e em diferentes pressões de operação de um sistema de gotejamento superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen (2013), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35°C e as precipitações variam de 1500 a 1800 mm anuais.

O solo utilizado para o enchimento dos vasos foi o Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), argiloso, fase Cerrado (SANTOS et al., 2013). O solo foi depositado em unidades experimentais compostas por vasos plásticos de 26 L, sobre os quais os emissores foram colocados para a realização da irrigação.

Tabela 1. Análise físico-química do solo utilizado para enchimento dos vasos, Rio Verde – GO, 2018.

Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl ₂	
----- cmol _c dm ⁻³ -----					----- mg dm ⁻³ -----			pH		
0,94	0,86	1,8	0,03	2,39	0,32	126	5,0	1,09	5,2	
Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	CTC	SB	V%	m%	
----- Micronutrientes (mg dm ⁻³) -----					cmol _c dm ⁻³		Sat. Bases		Sat. Al	
1,0	21,4	22,52	4,25	1,13	0,09	4,51	2,12	47	1,4	
Textura (g kg ⁻¹)			M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	
Argila	Silte	Areia	----- Relação entre bases -----							
450	80	470	g dm ⁻³	36,3	1,1	2,9	2,7	20,84	19,07	7,10

P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn (Melich 1); Ca, Mg, e Al (KCl 1N); S (Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc); M.O. (Método colorimétrico); B (BaCl₂).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 x 6, com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro pressões (0,8, 1,1, 1,4 e 1,7 kgf) e seis tempos de funcionamento (600, 650, 700, 750, 800, 850 horas).

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento superficial dotado de emissores autocompensantes modelo iDrop PC-PCDS com vazão de 2,2 L h⁻¹ e pressão de operação de 5 a 45 mca, inseridos em mangueira de polietileno de baixa densidade de 16 mm, com espaçamento de 0,5 m.

À entrada das linhas gotejadoras foi instalada uma tomada de pressão, permitindo que a cada medição de vazão a pressão fosse checada e, se necessário, ajustada àquela pré-estabelecida. Para isso, foi utilizado um manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 - 4 Kgf cm⁻². Durante todo o período do ensaio foram realizadas as leituras de temperatura da água no reservatório de captação, com aplicação dos tratamentos com temperatura da água na faixa de 25°C (25°C ± 1°C).

O procedimento para realização da leitura de vazão consistiu da pressurização do sistema, estabilização da pressão em 150 kPa (+/- 5 kPa) no início da linha, posicionamento

dos coletores sob os respectivos gotejadores com três segundos de defasagem e retirada dos coletores com a mesma sequência e defasagem de tempo após 3 min de coleta. Foi utilizado o método gravimétrico para a determinação do volume coletado de cada emissor. O monitoramento da vazão dos gotejadores, permitiu a obtenção da vazão média dos gotejadores. Depois de tabulados os dados de vazão, foram efetuados os cálculos do coeficiente de uniformidade de Christiansen e do coeficiente de uniformidade de distribuição, conforme as equações 1 a 2.

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right\} \quad (1)$$

$$CUD = 100 \left(\frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

em que:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen (CHRISTIANSEN, 1942), em %;

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição (CRIDDLE et al., 1956), em %;

X_i - vazão de cada gotejador, em L h⁻¹;

\bar{X} - vazão média dos gotejadores, em L h⁻¹;

n - número de gotejadores observados;

S - desvio-padrão dos dados de vazão, em L h⁻¹;

$X_{25\%}$ - média de 25% do total de gotejadores, com as menores vazões, em L h⁻¹; e

$X_{12,5\%}$ - média de 12,5% do total de gotejadores, com as maiores vazões, em L h⁻¹;

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e em casos de significância, foi realizada análise de regressão para o tempo de funcionamento e para os níveis de pressão, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de CUC em função do tempo de funcionamento do sistema (Figura 1A) se adequaram a um modelo de regressão linear com R² de 92,81%. O maior valor de CUC foi encontrado às 600 horas de funcionamento do sistema, sendo este 1% superior ao CUC observado às 850 horas de funcionamento. De acordo com a equação de regressão, houve um decréscimo de até 0,2% a cada 50 horas de funcionamento do sistema de irrigação por gotejamento.

A)

B)

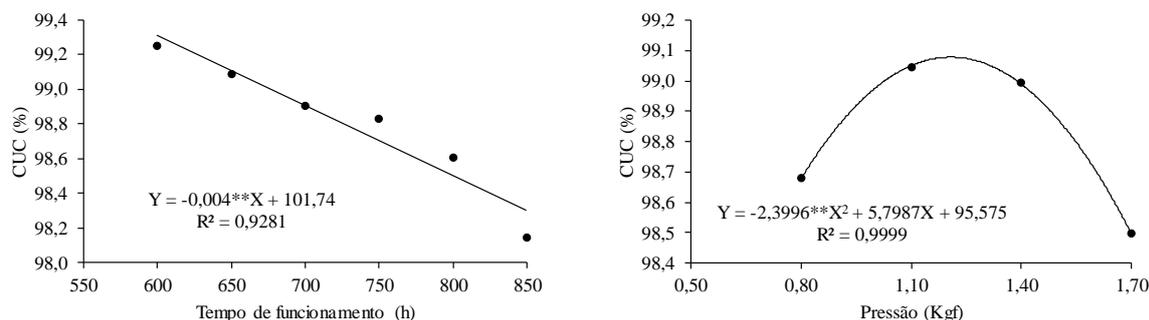


Figura 1. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) em função do tempo de funcionamento (A) e da pressão (B) do sistema de irrigação.

O CUC em função da pressão de operação (Figura 1B) se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99,99%. As variações crescentes de pressão elevaram o Coeficiente de uniformidade de Christiansen até a pressão de 1,21 kgf, sendo que, com a aplicação dessa pressão foi atingido o valor máximo do CUC (aproximadamente 99,08%). O CUC máximo verificado na pressão de 1,21 kgf, foi 0,4; 0,03; 0,08 e 0,6% maior do que o CUC observado nas pressões de 0,8; 1,10; 1,4 e 1,7 kgf, respectivamente. O CUC para todos os tempos de funcionamento e todas as pressões foi classificado como excelente, em acordo com a tabela de classificação proposta por Mantovani (2002).

O CUD em função do tempo de funcionamento se adequou a um modelo de regressão linear com R^2 de 92,6%. Às 600 horas de funcionamento do sistema foi encontrado o maior valor de CUD, sendo este 3,5% superior ao CUD observado às 850 horas de funcionamento. De acordo com a equação de regressão, houve um decréscimo de até 0,7% no CUD a cada 50 horas de funcionamento do sistema de irrigação por gotejamento (Figura 2A). O decréscimo do CUD em função do tempo de funcionamento é explicado pela obstrução parcial dos gotejadores, causada pelas partículas do solo presente nos vasos.

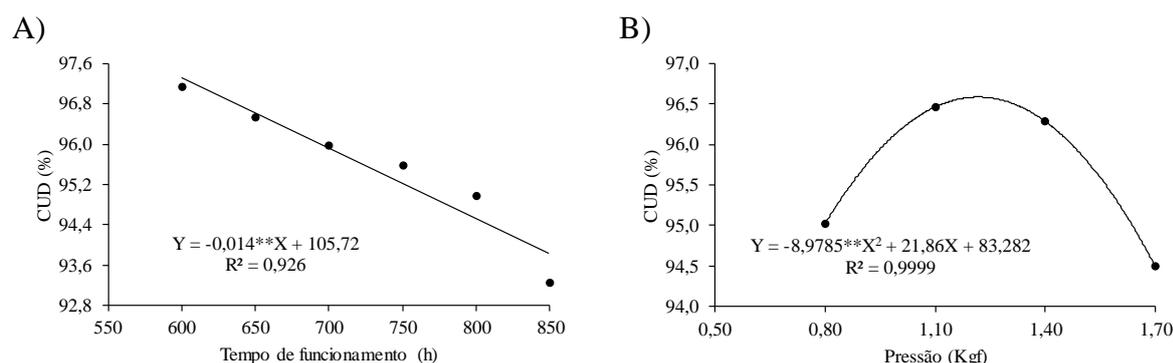


Figura 2. Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) em função do tempo de funcionamento (A) e da pressão (B) do sistema de irrigação.

Em relação a pressão de operação, o CUD se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99,99%. As elevações na pressão do sistema aumentaram os valores do Coeficiente de uniformidade de distribuição até a pressão de 1,22 kgf, atingindo o máximo de aproximadamente 96,59%. O CUD máximo verificado na pressão de 1,22 kgf, foi 1,62; 0,13; 0,31 e 2,17% maior do que o CUD observado nas pressões de 0,8; 1,10; 1,4 e 1,7 kgf,

respectivamente (Figura 2B). O CUD em função do tempo de funcionamento e das pressões avaliadas foi considerado como excelente de acordo com a classificação sugerida por Merriam e Keller (1996).

CONCLUSÃO

O menor coeficiente de uniformidade de Christiansen e o coeficiente de uniformidade de distribuição são verificados no tempo de funcionamento de 850 horas.

As variações crescentes de pressão elevaram o Coeficiente de uniformidade de Christiansen e o Coeficiente de uniformidade de distribuição até a pressão de 1,21 kgf, sendo que, com a aplicação dessa pressão foi atingido o valor máximo de 99,08 e 96,59%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (IF Goiano) pela concessão de bolsas e pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BUSATO, C. C. M.; SOARES, A. A. Desempenho de gotejadores, utilizando água de baixa qualidade química e biológica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.5, p.739-746, 2010.
- CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by Sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Station. 1942. 124p. Bulletin, 670.
- COELHO, R. D. **Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil**. 2007. 192 p. Livre-Docência - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. ESALQ, 2007.
- CRIDDLE, W. D.; DAVIS, S.; PAIR, C. H.; SHOCKLEY, D. G. **Methods for Evaluating Irrigation Systems**. Washington DC: Soil Conservation Service - USDA, 1956. 24p. Agricultural Handbook, 82.
- CUNHA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, N. F.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B.; GOMES FILHO, R. R. Variabilidade temporal da uniformidade de distribuição em sistema de gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n. 4, p. 248 - 257, 2013.
- CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; MOURA, M. de F.; CABRAL FILHO, F. R.; GOMES, F. H. F. Grau de entupimento de um sistema de gotejamento subsuperficial na cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, nº 3, p. 695-704, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- KÖPPEN, W. **Köppen climate classification**. Geography about. 2013. Disponível em: <http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>. Acessado em: 2 Agosto de 2018.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 3.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.