

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUARIAS NA UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Daniely Karen Matias Alves<sup>1</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>2</sup>, Maykelle Vieira Mendes Gonçalves<sup>3</sup>, Laura Campos de Lira<sup>4</sup>, Fernando Rodrigues Cabral Filho<sup>5</sup>, Frederico Antonio Loureiro Soares<sup>6</sup>

**RESUMO:** Sistemas de irrigação submetidos a aplicações de águas residuárias, podem sofrer influência na sua uniformidade de aplicação de água, devido a carga de materiais sólidos que estas águas possuem, mesmo quando tratadas. Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito comparativo entre a fertirrigação do milho com água residuária de piscicultura e suinocultura em diferentes diluições na uniformidade de aplicação de água do sistema de irrigação por gotejamento superficial. O sistema de irrigação por gotejamento foi dimensionado para a fertirrigação do milho cultivado em vasos plásticos dispostos a céu aberto, na estação experimental do Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde – GO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas  $2 \times 4$ , com três repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de água residuária (piscicultura e suinocultura) diluídas em quatro proporções de água de abastecimento, sendo: dose recomendada de água residuária + 0, 25, 50, 75% de seu volume em água de abastecimento. A coleta e posterior avaliação da uniformidade de aplicação de água do sistema de irrigação foi realizada às 47 horas de funcionamento do sistema. Com os dados de vazão determinou-se o coeficiente de uniformidade estatístico e o coeficiente de uniformidade absoluto. Independente da fonte de água residuária, as maiores diluições proporcionam maiores coeficientes de uniformidade estatístico e absoluto.

**PALAVRAS-CHAVE:** fertirrigação, suinocultura, piscicultura

<sup>1</sup> Doutoranda em Ciências Agrárias, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO. Fone (64) 99323-3082, e-mail: daniely\_karen@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO.

<sup>3</sup> Acadêmica de Engenharia Ambiental, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO.

<sup>4</sup> Acadêmica de Engenharia Ambiental, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO.

<sup>5</sup> Doutorando em Ciências Agrárias, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO.

<sup>6</sup> Professor IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO.

## **EFFECT OF WASTE WATER APPLICATION ON THE UNIFORMITY OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM**

**ABSTRACT:** Irrigation systems subjected to wastewater applications, may suffer influence on their uniformity of water application, due to the load of solid materials that these waters have, even when treated. Based on the above, the objective was to evaluate the comparative effect between corn fertigation with fish farming and swine wastewater at different dilutions in the uniformity of water application in the surface drip irrigation system. The drip irrigation system was designed for the fertigation of corn grown in plastic pots arranged in the open, at the experimental station of the Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde - GO. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a  $2 \times 4$  split plot scheme, with three replications. The treatments consisted of two sources of waste water (fish and pig farming) diluted in four proportions of water supply, being: recommended dose of waste water + 0, 25, 50, 75% of its volume in water supply. The collection and subsequent evaluation of the water application uniformity of the irrigation system was carried out at 47 hours of operation of the system. With the flow data, the statistical uniformity coefficient and the absolute uniformity coefficient were determined. Regardless of the source of wastewater, the highest dilutions provide the highest coefficients of statistical and absolute uniformity.

**KEYWORDS:** fertigation, pig farming, pisciculture

### **INTRODUÇÃO**

Para evidenciar a real influência da utilização de águas residuárias no uniformidade e grau de entupimento do sistema de irrigação por gotejamento superficial pode-se utilizar coeficientes, como o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade de Hart (CUH), Coeficiente de Uniformidade Absoluto (CUA), Coeficiente de variação (CV), Eficiência padrão da HSPA (UDH), além do conhecimento de critérios como a vazão relativa e grau de entupimento do sistema de irrigação.

De acordo com Mantovani et al. (2009) a avaliação da irrigação é uma etapa fundamental para definir a eficiência de uso da água pelo sistema de irrigação, perdas durante a aplicação e necessidade de manutenção do sistema em função do entupimento que altera a uniformidade de distribuição de água.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito comparativo entre a fertirrigação do milho com água residuária de piscicultura e suinocultura em diferentes diluições na uniformidade de aplicação de água do sistema de irrigação por gotejamento superficial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estação experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde - GO, em vasos plásticos, dispostos a céu aberto. Os vasos foram preenchidos com 25 litros de solo coletado numa camada de 0,0 – 0,20 m de profundidade em uma área de Cerrado nativo pertencente ao IF Goiano – Campus Rio Verde, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), fase Cerrado, de textura argilosa (SANTOS et al., 2018), conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Características físico-químicas do solo, coletado na camada de 0,00–0,20 m de profundidade, utilizado para o preenchimento dos vasos.

Prof. <sup>1</sup> (m)	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl <sub>2</sub>
	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					----- mg dm <sup>-3</sup> -----				pH
0,0-0,2	0,77	0,34	1,11	0,04	2,15	0,05	18	9,9	0,47	5,2
Prof. (m)	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	CTC <sup>a</sup>	SB <sup>b</sup>	V% <sup>c</sup>	m% <sup>d</sup>
	----- Micronutrientes (mg dm <sup>-3</sup> ) -----					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			Sat. Bases	Sat. Al
0,0-0,2	0,0	75,56	12,96	4,16	3,93	ns	3,31	1,16	35	3,3
Prof. (m)	Textura (g kg <sup>-1</sup> )			M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	Argila	Silte	Areia	g dm <sup>-3</sup>	----- Relação entre bases -----					
0,0-0,2	502	49	449	15,2	2,3	15,4	6,8	23,26	10,27	1,51

<sup>1</sup>P (Fósforo): Mehlich 1, K (Potássio), Na (Sódio), Cu (Cobre), Fe (Ferro), Mn (Manganês) e Zn (Zinco): Melich 1; Ca (Cálcio), Mg (magnésio), e Al (Alumínio): KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S (Enxofre): Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; M.O. (Matéria orgânica): Método colorimétrico; B (Boro): água quente. Capacidade de troca catiônica (CTC); soma de bases (SB); saturação de bases (V%); saturação de alumínio (m%).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas 2 × 4, com três repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de água residuária (piscicultura e suinocultura) diluídas em quatro proporções de água de abastecimento, sendo: dose recomendada de água residuária (MATOS & MATOS, 2017) + 0, 25, 50, 75% de seu volume em água de abastecimento.

A coleta e posterior avaliação da uniformidade de aplicação de água do sistema de irrigação foi realizada às 470 horas de funcionamento do sistema. Para tanto, utilizou-se a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975) modificada para este estudo, em que foram coletados os volumes de água de 48 gotejadores, sendo, 6 por linha. Com os dados de vazão determinou-se o coeficiente de uniformidade estatístico e o coeficiente de uniformidade absoluto, destacados nas equações 1 e 2.

$$CUE=100 \left(1 - \frac{S}{\bar{X}}\right) \quad (1)$$

$$CUA = 9,37365 + CUD * 0,88840 \quad (2)$$

Em que:

*CUE*: Coeficiente de uniformidade estatístico (%);

*S*: desvio padrão dos dados de vazão (L h<sup>-1</sup>);

$\bar{X}$ : vazão média dos gotejadores (L h<sup>-1</sup>);

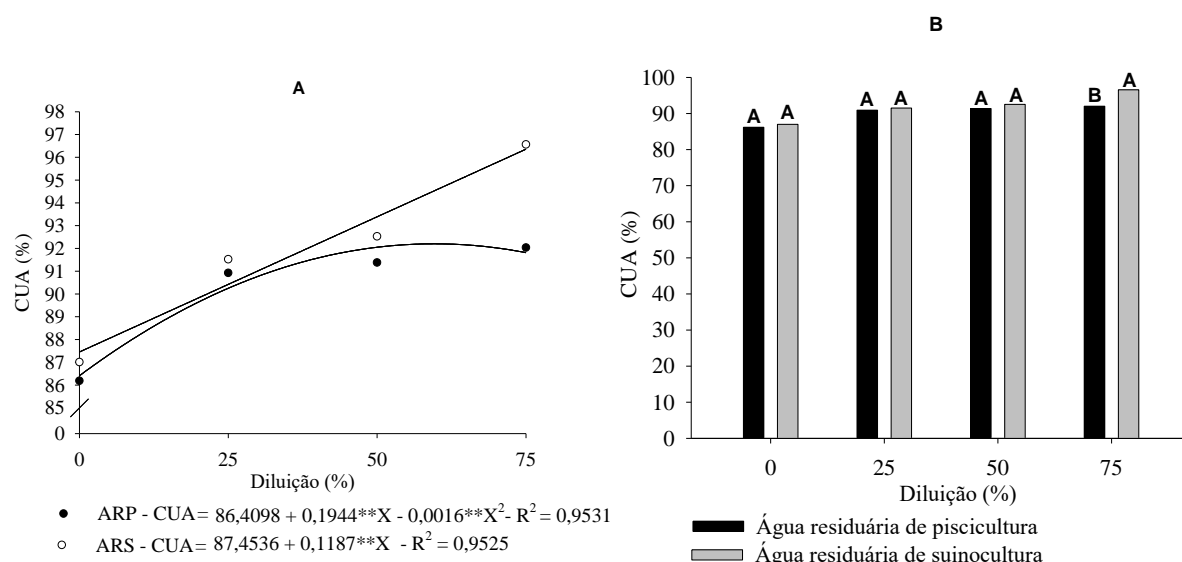
*CUA*: Coeficiente de uniformidade absoluto (%);

*CUD*: coeficiente de uniformidade de distribuição (%);

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e, em casos de significância, foi realizada a análise de regressão para os níveis diluições (D). Para o fator fontes (F) de água residuária, as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se comportamento semelhante no CUA com relação aos modelos de regressão, cuja diluição de 60% estimou o maior CUA, igual a 92,31% quando utilizada a fonte ARP (Figura 1A). Já para a fonte ARS, o aumento da diluição estimou maiores valores de CUA na ordem de 2,96% de acréscimo neste coeficiente a cada 25% no aumento da diluição, sendo o maior valor (96,35%) obtido na diluição de 75%.



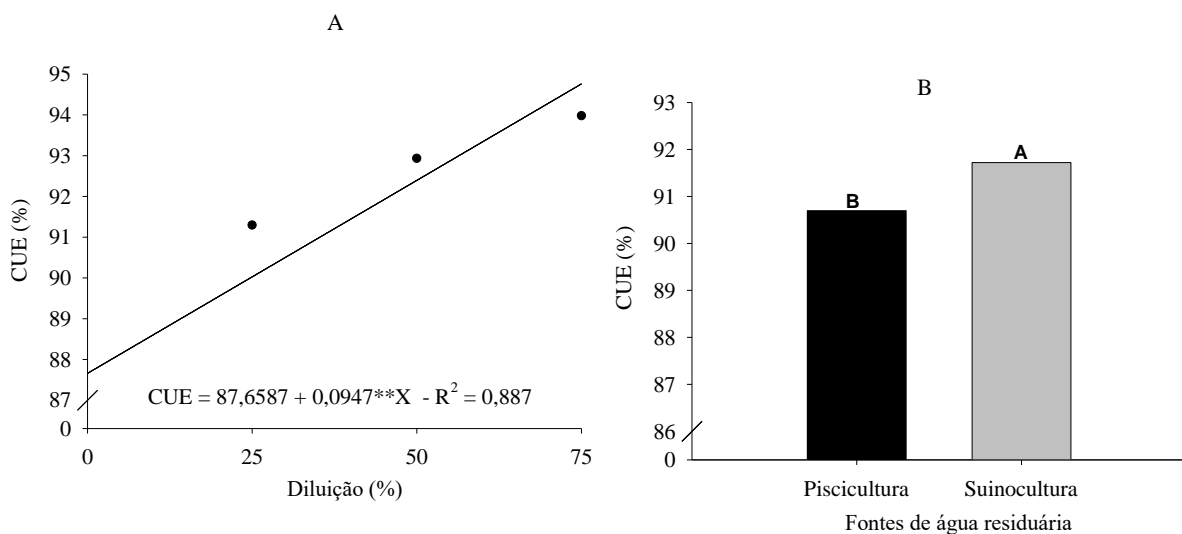
**Figura 1.** Desdobramento da interação diluição x fontes de água residuária (piscicultura – ARP e suinocultura – ARS) para o coeficiente de uniformidade absoluto (CUA) do sistema de irrigação por gotejamento, Rio Verde, Goiás.

Marques et al. (2018) relataram que a diluição da água residuária em água não contaminada é uma técnica de baixo custo e de fácil execução para a minimizar o entupimento

de gotejadores e, conseqüentemente, aumentar a uniformidade de aplicação de água. Ocorreu diferença estatística quando comparada as fontes utilizadas apenas na D de 75% (Figura 1B), em que a fonte ARS apresentou o CUA 4,52% superior quando contrastada com a fonte ARP.

O CUA deve ser usado dentre os coeficientes como padrão para possíveis comparações e avaliações de desvios de uniformidade, além de servir de referência na tomada de decisão quando na presença de resultados dúbios de interpretação (CUNHA et al., 2013).

Para CUE (Figura 2A), a cada acréscimo de 25% na diluição houve incremento de 2,37% no valor deste coeficiente, de modo que a diluição de 75% promoveu o maior CUE estimado em 94,76%, valor classificado de acordo com Mantovani (2001) como excelente.



**Figura 2.** Coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) em função das diluições (A) e fontes de água residuária (B) e, coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) do sistema de irrigação por gotejamento em função das diluições (C) e fontes de água residuária (D), Rio Verde, Goiás.

Contrastando as fontes aplicadas, a ARS proporcionou CUE na média de 91,72%, sendo 1,03% superior ao obtido com uso da fonte ARP (90,69%) (Figura 2B). Neste aspecto, Batista et al. (2013) utilizando efluente de suinocultura obtiveram após 40 horas de funcionamento do sistema de irrigação por gotejamento o CUE de 89,73%.

## CONCLUSÕES

Independente da fonte de água residuária, as maiores diluições proporcionam maiores coeficientes de uniformidade estatístico e absoluto. A água de suinocultura proporciona maior coeficiente de uniformidade estatístico independente da diluição utilizada e, maior coeficiente de uniformidade absoluto na diluição de 75%.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o 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), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, D. B. D.; OLIVEIRA, A. D. F.; AZEVEDO, C. A.; MEDEIROS, S. D. S. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 698-705, 2013.
- 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-RBAI**, v. 7, n. 4, p. 248-257, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- MANTOVANI, E. C. **Avalia: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atual e ampliado. Viçosa, MG: UFV, p. 355, 2009.
- MARQUES, B. C. D.; BATISTA, R. O.; SANTIAGO, R. C.; PORTELA, J. C.; CUNHA, M. E.; CUNHA, R. R. Uniformidade da distribuição de efluente em unidades gotejadoras aplicando diluições da água residuária de laticínios. **Revista Irriga**. v. 23, n. 3, p.592-608, 2018.
- MATOS, A.T.; MATOS, M. P. **Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. v.1. 371p.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE P. K. T; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F; COELHO, M. R; ALMEIDA, J. A; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp., 2018.