

## UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE EFLUENTE DA SUINOCULTURA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

R. O. BATISTA<sup>1</sup>; R. A. OLIVEIRA<sup>2</sup>; A. A. SOARES<sup>3</sup>; J. A. R. SOUZA<sup>4</sup>; F. F. CUNHA<sup>4</sup>;  
M. R. VICENTE<sup>4</sup>

**RESUMO:** Neste trabalho, objetivou-se analisar o efeito da aplicação de água residuária de suinocultura na uniformidade de distribuição de sistemas de irrigação por gotejamento. O experimento foi montado no esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela os tipos de gotejador (G1 - não autocompensante e com vazão nominal 2,0 L h<sup>-1</sup>; G2 - autocompensante e com vazão nominal 1,7 L h<sup>-1</sup> e G3 - não autocompensante e com vazão nominal 3,6 L h<sup>-1</sup>) e, na subparcela, os tempos de funcionamento (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 h), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Realizou-se, a cada 20 h, a medição da vazão dos gotejadores e a determinação das características física, química e biológica do efluente. Os resultados indicaram que mesmo depois de 160 h de funcionamento, as subunidades com gotejadores G1 e G3 apresentaram excelentes níveis de uniformidade de distribuição de efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** dejetos líquidos, fertirrigação localizada, gotejadores, obstrução.

## DISTRIBUTION UNIFORMITY OF SWINE EFFLUENT IN DRIP IRRIGATION SYSTEMS

**SUMMARY:** This study was carried out to analyze the behavior of the discharge of distinct drippers operating with swine wastewater. The experiment was set up on split-plot scheme with kind drippers (G1 - non-compensating emitter with nominal flow rate of 2.0 L h<sup>-1</sup>, G2 - non-compensating emitter with nominal flow rate of 1.7 L h<sup>-1</sup>; and G3 - compensating emitter with nominal flow rate of 3.6 L h<sup>-1</sup>) in the plot and operation time (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 and 160 h) in the subplots on an entirely randomized design, with three replicates. The flow rate of drippers and the characteristics physical, chemical and biological of the effluent was obtained to each 20 h. According to the results after 160 h of operation the subunits of with drippers G1 e G3 presented excellent uniformity of distribution of the effluent.

---

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Doutor em Eng. Agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. CEP 3657-000. E-mail: rafael@grupointec.com.br

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Prof. Titular, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

**KEYWORDS:** liquid manure, localized fertirrigation, drippers, clogging.

## **INTRODUÇÃO**

A irrigação localizada consiste no método mais eficiente de fornecimento de água e nutrientes às plantas, mas isto depende muito da uniformidade de aplicação de água. O excesso de nutrientes das águas residuárias favorece o desenvolvimento de alguns grupos biológicos, tais como algas, bactérias, fungos e protozoários; quando essas águas são aplicadas via sistemas de irrigação por gotejamento, o maior problema consiste na vulnerabilidade dos gotejadores ao entupimento pelos constituintes biológicos. Dessa forma, o entupimento dos gotejadores ao longo das linhas laterais causa desuniformidade de aplicação do efluente e, conseqüentemente, redução da eficiência do sistema de irrigação (DEHGHANISANIJ et al., 2005).

Na literatura, estudos sobre o efeito da aplicação de água residuária de suinocultura na uniformidade de distribuição de sistemas de irrigação por gotejamento, são muito escassos. No trabalho desenvolvido por FRIGO et al. (2006) avaliou-se a uniformidade de aplicação de água residuária de suinocultura nas diluições de 0, 25, 50 e 75% em fitas gotejadoras. Depois de 2,5 h de funcionamento do sistema, constataram redução de 2% no coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), mesmo com a passagem dos efluentes em filtros de areia e de tela. GONÇALVES et al. (2006) diagnosticaram o efeito da aplicação de água residuária de suinocultura na uniformidade de distribuição em um sistema de irrigação por gotejamento implantado no município de Romaria, Minas Gerais. Verificaram que os valores médios do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foram de 95 e 90%, respectivamente, após 15 dias de operação do sistema com água residuária de suinocultura tratada e filtrada em filtro de areia.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo analisar o efeito da aplicação de água residuária de suinocultura na uniformidade de distribuição de sistemas de irrigação por gotejamento.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado na Unidade-Piloto de Tratamento e Aplicação Localizada de Água Residuária de Suinocultura (UTARS) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais. Na UTARS a água

residuíria de suinocultura, proveniente de granja tipo ciclo completo, foi submetida as seguintes etapas de tratamento: 1) tanque de sedimentação de 211,7 m<sup>3</sup> para remoção dos sólidos sedimentáveis e suspensos; 2) caixa de gordura de 8,6 m<sup>3</sup> para redução da concentração de óleos e graxas e 3) peneiramento para filtração do efluente visando seu uso em sistemas de irrigação por gotejamento.

Montou-se na área experimental uma bancada experimental constituída por uma unidade de controle e três subunidades de fertirrigação, conforme apresentado na Figura 1. A unidade de controle era composta por um conjunto motobomba de 3 cv, que abastecia as subunidades de fertirrigação com efluente filtrado. Foram testados três tipos de gotejadores (G1, G2 e G3), cujas características técnicas estão apresentadas na Tabela 1. Para cada modelo de gotejador instalaram-se três linhas laterais com 18 m de comprimento. Em todas as linhas laterais foram identificados 22 gotejadores para medição da vazão.

Quadro 1 - Caracterização dos gotejadores (G) utilizados no experimento.

G	D	Q	E	k	X	CVf(%)
G1	Não	2,0	0,75	0,12	0,61	≤ 3
G2	Não	1,7	0,50	0,35	0,38	≤ 3
G3	Sim	3,6	0,75	3,15	0,03	≤ 4

Nota: D - dispositivo de autocompensação; Q - vazão nominal, L h<sup>-1</sup>; E - espaçamento entre gotejadores, m; k - coeficiente de vazão do emissor, adimensional; x - expoente de vazão do emissor, adimensional; e CVf - coeficiente de variação do fabricante, %.

A pressão de serviço no início das linhas laterais foi mantida em 105 ± 5 kPa por meio de uma válvula reguladora de pressão. As subunidades de aplicação funcionaram 4 h por dia até completar o tempo total de operação de 160 h.

No período de testes foram realizadas, em intervalos de 20 h, medições das vazões dos gotejadores e análises física, química e biológica do efluente filtrado.

A vazão de cada gotejador foi determinada coletando-se o volume de efluente aplicado pelo gotejador, durante três minutos. Os dados de vazões foram interpretados por meio dos coeficientes CUC e CUD apresentados nas equações 1 e 2.

$$CUC = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n_e \bar{q}} \right] \quad (1)$$

em que,

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

q<sub>i</sub> - vazão de cada gotejador, L h<sup>-1</sup>;

$\bar{q}$  - vazão média dos gotejadores, L h<sup>-1</sup>; e

$n_e$  - número de gotejadores.

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{\bar{q}} 100 \quad (2)$$

em que,

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, %;

$\bar{q}$  - vazão média dos gotejadores, L h<sup>-1</sup>; e

$q_{25\%}$  - valor médio dos 25% menores valores de vazões dos gotejadores, L h<sup>-1</sup>.

O experimento foi montado em esquema de parcelas subsubdivididas, tendo nas parcelas os tipos de gotejadores e nas subparcelas os tempos das avaliações, no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão (utilizando-se o teste t com nível de significância de até 10%), no valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no processo em estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constam no Quadro 2 os resultados da análise de variância das variáveis CUC e CUD em função do tipo de gotejador (G) e do tempo de funcionamento (T). Verifica-se que as fontes de variação da parcela (G) e da subparcela (T e G X T) foram significativas a 1% de probabilidade. Os valores dos coeficientes de variação da parcela e da subparcela para as variáveis CUC e CUD foram de 3,98 e 1,98% e 7,85 e 4,29%, respectivamente. Em vista dos resultados da análise de variância, procedeu-se o desdobramento das combinações G X T.

Quadro 2 - Análise de variância dos coeficientes CUC e CUD em função do tipo de gotejador (G) e do tempo de funcionamento (T).

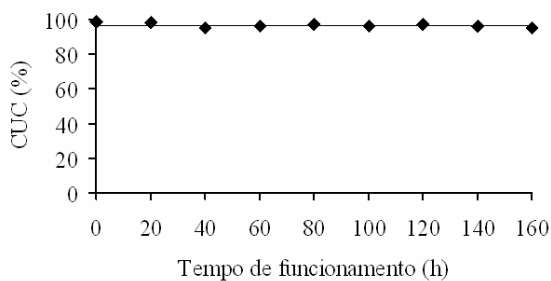
Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	
		CUC	CUD
Tipo de gotejador (G)	2	330,98**	1751,48**
Resíduo (a)	6	14,13	49,37
Tempo de funcionamento (T)	8	91,17**	430,54**
G X T	16	84,78**	398,56**
Resíduo (b)	48	3,50	14,77
Total	80		
CV da parcela		3,98	7,85
CV da subparcela		1,98	4,29

\*\* F significativo a 1% de probabilidade. CV - coeficiente de variação, %.

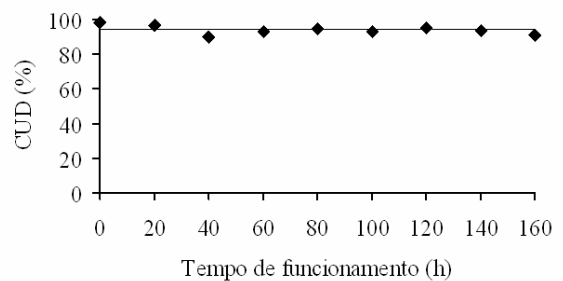
As equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados de CUC e CUD em função do tempo de funcionamento, para cada tipo de gotejador, apresentam-se na Figura 1. Nas subunidades dotadas dos gotejadores G1 e G3 não se verificou efeito significativo do tempo de funcionamento na alteração de CUC e CUD. Enquanto, na subunidade com gotejador G2 o modelo quadrático foi o que melhor representou a relação entre os dados de CUC e CUD e o tempo de funcionamento, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 0,80 e 0,79, respectivamente.

Na Figura 1, verificou-se que as reduções médias nos valores de CUC e CUD das subunidades com gotejadores G1, G2 e G3 foram de 4 e 7%, 21 e 45% e 0 e 1%, respectivamente, quando se estabelece comparação entre os tempos de funcionamento de 0 e 160 h. Observou-se ainda que os valores de CUC e CUD das subunidades com gotejadores G1, G2 e G3, no tempo de funcionamento de 0 h, foram superiores a 90%, sendo classificados como excelentes, conforme proposto por MERRIAM & KELLER (1978). Para o tempo de funcionamento de 160 h, os valores de CUC e CUD das subunidades com gotejadores G1 e G3 foram superiores a 90%, mantendo a classificação excelente.

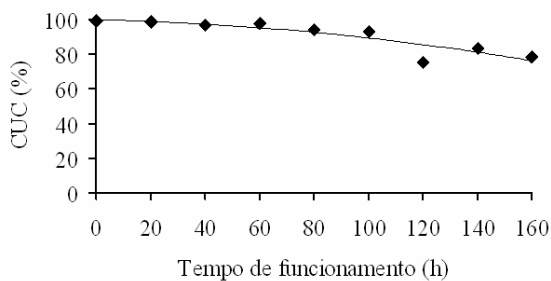
(a)  $\hat{y} = 96,451$



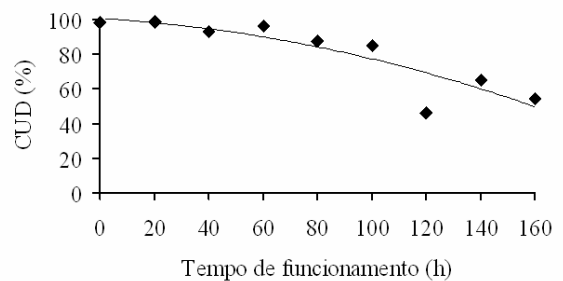
$\hat{y} = 93,713$



(b)  $\hat{y} = 99,693 - 0,0360^{ns}T - 0,000698^{**}T^2$   $R^2 = 0,80$

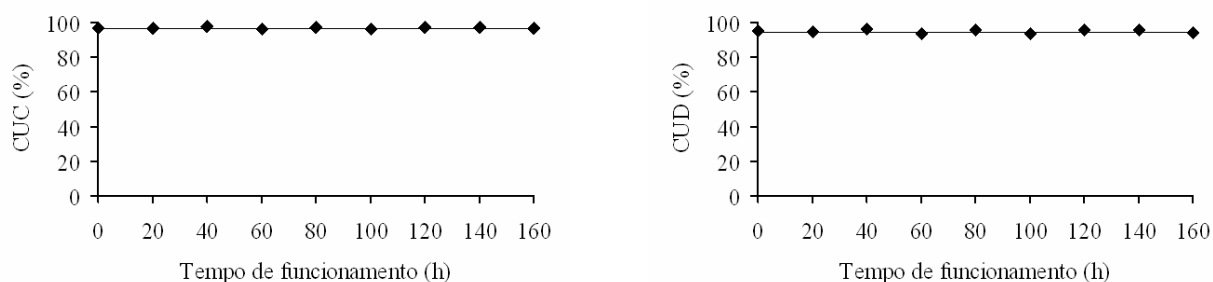


$\hat{y} = 100,39 - 0,0912^0T - 0,00142^{**}T^2$   $R^2 = 0,79$



(c)  $\hat{y} = 96,636$

$\hat{y} = 94,623$



\*\* e <sup>ns</sup> Significativo a 1% de probabilidade e não significativo a 10% de probabilidade pelo teste t.

Figura 1 - Valores médios de CUC e CUD ao longo do tempo para os gotejadores G1 (a), G2 (b) e G3(c).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados, conclui-se que depois de 160 h de funcionamento das subunidades de fertirrigação com água residuária de suinocultura filtrada, os valores médios do CUC e CUD para os gotejadores G1, G2 e G3 foram 4 e 7%, 21 e 45% e 0 e 1%, respectivamente. Os gotejadores com maiores vazões nominais são menos suscetíveis ao entupimento do que os gotejadores de menores vazões nominais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEHGHANISANIJ, H. et al. The effect of chlorine on emitter clogging induced by algae and protozoa and the performance of drip irrigation. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 48, n. 2, p. 519-527, 2005.

FRIGO, E. P. et al. Desempenho do sistema de gotejamento e de filtros utilizando água residuária da suinocultura. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 305-318, 2006.

GOLÇALVES, R. A. B. et al. Diagnóstico da aplicação de águas residuárias da suinocultura na cafeicultura irrigada: II. Avaliação da uniformidade de aplicação de água. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 402-414, 2006.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.