

ALTERAÇÃO NA VAZÃO DE GOTEJADORES OPERANDO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

R. O. BATISTA¹; R. A. OLIVEIRA²; A. A. SOARES³; J. A. R. SOUZA⁴; F. F. CUNHA⁴;
M. R. VICENTE⁴

RESUMO: Neste trabalho, objetivou-se analisar o comportamento da vazão de distintos gotejadores operando com água residuária de suinocultura. 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⁻¹; G2 - autocompensante e com vazão nominal 1,7 L h⁻¹ e G3 - não autocompensante e com vazão nominal 3,6 L h⁻¹) 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 a água residuária de suinocultura proporcionou redução média na vazão dos gotejadores G1, G2 e G3 de 16, 20 e 7%, respectivamente. O gotejador G3 mostrou-se adequado para aplicação de água residuária de suinocultura devido a menor suscetibilidade ao entupimento.

PALAVRAS-CHAVE: dejetos líquidos, suínos, fertirrigação localizada.

ALTERATION ON DISCHARGE OF DRIPPERS OPERATING WITH SWINE WASTEWATER

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⁻¹, G2 - non-compensating emitter with nominal flow rate of 1.7 L h⁻¹; and G3 - compensating emitter with nominal flow rate of 3.6 L h⁻¹) 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, the swine wastewater caused

¹ 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

² Prof. Adjunto, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

³ Prof. Titular, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

⁴ Doutorando em Eng. Agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

media reduction in the flow rate of drippers G1, G2 e G3 of 16, 20 and 7%, respectively. The dripper G3 showed to be adequate to application of swine wastewater due to the smaller susceptibility to clogging.

KEYWORDS: liquid manure, swine, localized fertirrigation.

INTRODUÇÃO

O método de irrigação localizada tem sido usado para aplicação de águas residuárias por causa da elevada eficiência de aplicação do efluente e do baixo risco de contaminação do produto agrícola e de operadores no campo. No entanto, os sistemas de irrigação localizada possuem emissores que apresentam alta suscetibilidade ao entupimento.

Na maioria dos estudos, o entupimento proporciona a redução gradativa da vazão dos gotejadores (BERKOWITZ, 2001; TROOIEN et al., 2000; ROWAN et al., 2004). BATISTA et al. (2005) notaram redução de 67% na vazão inicial de gotejadores abastecidos com água residuária, após 144 h de operação do sistema de aplicação. BERKOWITZ (2001) avaliou o desempenho de cinco sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficiais operando com esgoto doméstico tratado durante seis anos. Foram utilizados gotejadores autocompensantes com vazão nominal de $2,3 \text{ L h}^{-1}$. O entupimento dos gotejadores foi observado somente em dois sistemas de aplicação, com redução máxima da vazão inicial de 23%. No estudo realizado por TROOIEN et al. (2000), cinco tipos de gotejadores com vazão nominal de $0,57$ a $3,5 \text{ L h}^{-1}$ foram testados com água residuária da bovinocultura tratada e posteriormente filtrada em filtro de discos com aberturas de $55 \mu\text{m}$. Depois da aplicação de 920 mm do efluente constatou-se redução na vazão inicial dos gotejadores de até 22%. ROWAN et al. (2004) estudaram a incidência de entupimento em quatro tipos de gotejadores, sendo dois autocompensantes com vazão nominal de $2,31$ e $2,01 \text{ L h}^{-1}$ e dois não-autocompensantes com vazão nominal de $2,60$ e $4,92 \text{ L h}^{-1}$, operando com efluente de tanque séptico durante 448 h. Mesmo utilizando filtro de discos com aberturas de $100 \mu\text{m}$ o efluente proporcionou redução de até 83% na vazão inicial dos gotejadores.

Nesse caso, o produtor ao constatar o problema aumenta o tempo de fertirrigação; logo, as plantas que receberam menor lâmina de fertirrigação passam a receber maior quantidade de efluente, de modo a atender às suas exigências nutricionais. No entanto, aquelas plantas que recebiam a lâmina adequada passam a ter problema de fertirrigação excessiva, aumentando assim a perda por percolação (LÓPEZ et al., 1992).

O presente estudo teve por objetivo analisar o comportamento da vazão de distintos gotejadores mediante a aplicação de água residuária de suinocultura submetida aos processos de sedimentação e filtração.

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 residuária de suinocultura, proveniente de granja tipo ciclo completo, foi submetida as seguintes etapas de tratamento: 1) tanque de sedimentação de 211,7 m³ para remoção dos sólidos sedimentáveis e suspensos; 2) caixa de gordura de 8,6 m³ 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⁻¹; 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.

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 da vazão em função do tipo de gotejador e do tempo de funcionamento. Verifica-se, nesse quadro, 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 subparcela foram de 7 e 2%, respectivamente. Em vista dos resultados da análise de variância, procedeu-se o desdobramento da combinação G X T.

Quadro 2 - Análise de variância da vazão em função do tipo de gotejador (G) e tempo de funcionamento (T), no esquema de parcelas subdivididas com delineamento inteiramente casualizado e três repetições

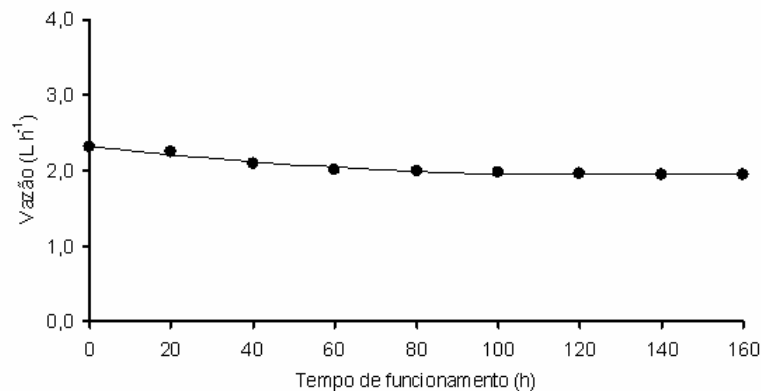
Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F
Tipo de gotejador (G)	2	40,696	20,348	625,280**
Resíduo (a)	6	0,195	0,032	
Tempo de funcionamento (T)	8	1,160	0,145	60,620**
G X T	16	0,173	0,011	4,530**
Resíduo (b)	48	0,115	0,002	
Total	80			
CV(%) da parcela	7,558			
CV(%) da subparcela	2,049			

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

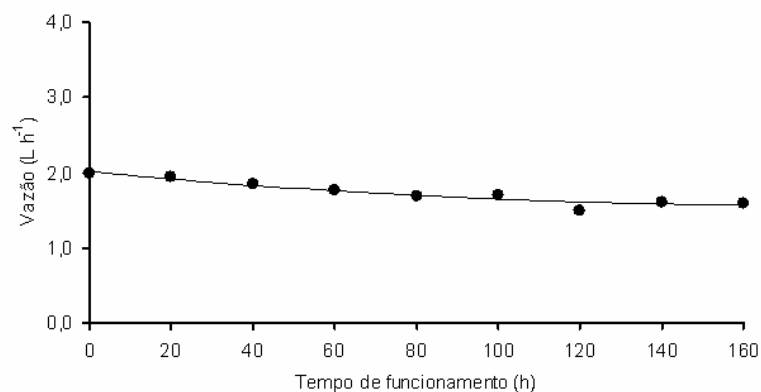
Na Figura 1, apresenta-se o comportamento da vazão dos gotejadores G1, G2 e G3 (C) ao longo do tempo e respectivas equações de regressão. Observa-se, nessa figura, que a vazão média dos gotejadores decresce com o tempo de funcionamento. Nas subunidades dotadas dos gotejadores G1, G2 e G3, o modelo quadrático foi o que melhor representou a relação entre vazão e tempo de funcionamento. Os coeficientes de determinação (R^2) para os gotejadores G1, G2 e G3 foram de 0,97, 0,91 e 0,86, respectivamente. Estabelecendo comparação entre os

tempos de funcionamento de 0 e 160 h constata-se redução de 16, 20 e 7% na vazão média dos gotejadores G1, G2 e G3, respectivamente. A menor sensibilidade ao entupimento do gotejador G3 é atribuída a maior vazão e área de filtração desse emissor em relação ao demais, corroborando, assim, com TROOIEN et al. (2000) e DEHGHANISANIJ et al. (2005).

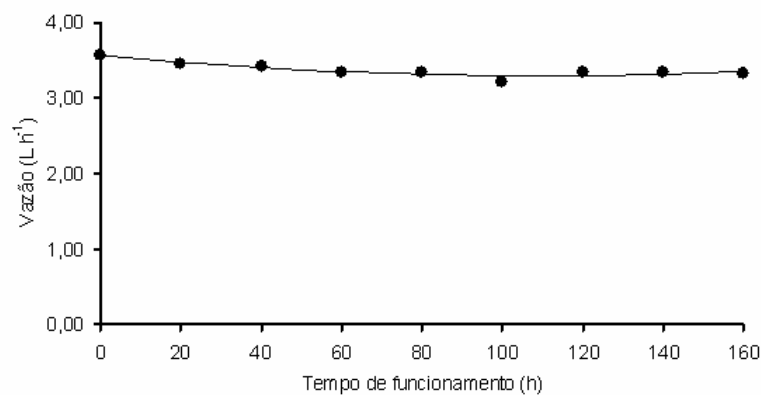
(A) $\hat{y} = 2,32 - 0,060 **x - 0,000023 **x^2$, $R^2 = 0,97$



(B) $\hat{y} = 2,02 - 0,0052 **x + 0,000015 **x^2$, $R^2 = 0,91$



(C) $\hat{y} = 3,56 - 0,0049 **x - 0,000022 **x^2$, $R^2 = 0,86$



** e ^{ns} Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Figura 1 - Comportamento da vazão dos gotejadores G1 (A), G2 (B) e G3 (C) ao longo do tempo e respectivas equações de regressão.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, conclui-se que as subunidades de fertirrigação dotadas dos gotejadores G1, G2 e G3 apresentaram reduções médias na vazão de 16, 20 e 7%, respectivamente, depois de 160 h de funcionamento. O gotejador G3 mostrou menor sensibilidade ao entupimento quando da aplicação de água residuária de suinocultura, devido a sua maior vazão e área de filtração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, R.O.; Lo MONACO, P.A.; MATOS, A.T.; CUNHA, F.F. Alteração na vazão de gotejadores tipo fita utilizados na aplicação de água residuária da despolpa de frutos do cafeeiro. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 69-73, 2005.

BERKOWITZ, S. J. Hydraulic performance of subsurface wastewater drip systems. In: ON-SITE WASTEWATER TREATMENT, 9., Fort Worth, 2001, **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2001. p.583-592.

DEHGHANISANIJ, H.; YAMAMOTO, T.; OULD AHMAD, B.; V.; FUJIYAMA, H.; MIYAMOTO, K. 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.

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

ROWAN, M.; MANCL, K.; TUOVINEN, O. H. Clogging incidence of drip irrigation emitters distributing effluents of differing levels of treatment. In: ON-SITE WASTEWATER TREATMENT, 10., Sacramento, 2004. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2004. p. 84-91.

TROOIEN, T. P.; LAMM, F. R.; STONE, L. R.; ALAM, M.; ROGERS, D. H.; CLARK, G. A.; SCHLEGEL, A. J. Subsurface drip irrigation using livestock wastewater: dripline flow rates. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 16, n. 5, p. 505-508, 2000.