

# **AVALIAÇÃO DO ENTUPIMENTO DE GOTEJADORES CONVENCIONAIS EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO CONTÍNUA DE DIFERENTES TIPOS DE CLORETO DE POTÁSSIO VIA DOIS TIPOS DE ÁGUA**

L. C. C. CARVALHO<sup>1</sup>, P. A. A. RIBEIRO<sup>2</sup>, M. A. R. CARVALHO<sup>3</sup>, R. D. COELHO<sup>4</sup>

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar o comportamento de gotejadores convencionais em contato com a aplicação contínua de cloreto de potássio branco e vermelho via dois tipos de água de irrigação, conduziu-se um experimento no Laboratório de Irrigação do DER - ESALQ/USP. Foram utilizados cloreto de potássio branco e vermelho, combinados com água limpa (proveniente da estação de tratamento de água da ESALQ/USP – Piracicaba, SP) e água residuária (captada no lago artificial do Departamento de Engenharia Rural). A concentração do produto na solução aplicada foi determinada adotando-se um limite de 2.5 dS/m, o que possibilitou a utilização de 892,5 mg L<sup>-1</sup> de KCL. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 12 com dez repetições (gotejador). Os modelos dos emissores G3 e G6 foram os que apresentaram um melhor desempenho, não apresentando redução de vazão para os diferentes tratamentos utilizados, com valores de coeficiente de variação de vazão em torno de 3%. Já o emissor G4 apresentou redução de 65% da vazão relativa para o uso de cloreto de potássio branco e água tratada.

**PALAVRAS-CHAVE:** emissores, obstrução, irrigação localizada.

## **EVALUATION OF THE CLOGGING OF CONVENTIONAL EMITTERS IN FUNCTION OF THE APPLICATION CONTINUES OF DIFFERENT TYPES OF POTASSIO CHLORIDE SAW TWO TYPES OF WATER**

**ABSTRACT:** With the objective to evaluate the behavior of conventional emitters drips in contact with the application it continues of white and red potassium chloride it saw two types of irrigation water, conducted an experiment in the Laboratory of Irrigation of the São Paulo University. They had been used white and red potassium chloride, combined with clean water (proceeding from the treatment water station ESALQ / USP – Piracicaba, SP) and residuary water (caught in the artificial lake of the ESALQ/USP). The product concentration in the

<sup>1</sup> Engº Agrônoma, Doutoranda em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. Rua Adão Schmidt, 111 bl.E2 apt.4 CEP: 13417-460 Jardim Elite, Piracicaba – SP. e-mail: lccdcav@esalq.usp.br

<sup>2</sup> Engº Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. e-mail: paaribei@esalq.usp.br

<sup>3</sup> Engº Agrônomo, Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. e-mail: mardcarv@esalq.usp.br

<sup>4</sup> Engº Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP. e-mail: rdcoelho@esalq.usp.br

applied solution was determined adopting a limit of 2.5 dS/m, what made possible the use of 892.5 mg L<sup>-1</sup> of KCL. The experimental delineation was casualty blocks, in factorial project 2 x 2 x 12 with ten repetitions (drip). The G3 and G6 models was the best presented performance, not presenting outflow reduction for the different used treatments, with values of outflow variation coefficient around 3%. Already the G4 model presented reduction of 65% of the relative outflow for the white potassium chloride use and treated water.

**KEY WORDS:** emitters, blockage, localized irrigation.

## INTRODUÇÃO

As precipitações químicas ocorrem devido a mudanças no pH, na temperatura, na concentração de oxigênio dissolvido e na concentração relativa de outras substâncias na solução, causando obstruções que são formadas gradualmente e, portanto, são mais difíceis de detectar (PITTS et al, 1990).

De acordo com PIZARRO (1996) e LEITE (1995) os precipitados químicos podem ser produzidos quando as condições iniciais da água são modificadas como pH, temperatura, sólidos dissolvidos totais e, sobretudo, a evaporação da água nos gotejadores após cada irrigação, o que aumenta a concentração dos sais dissolvidos que se precipitam ao superar o limite de solubilidade.

O uso de ácidos diminui as obstruções provocadas por precipitados químicos, esta prática tem sido recomendada por vários autores, sendo os mais utilizados para este propósito: o ácido clorídrico (ClH) 12 N, ácido sulfúrico (SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>) 36 N, ácido nítrico (NO<sub>3</sub>H) 16 N e ácido fosfórico (PO<sub>4</sub>H<sub>3</sub>) 45 N (NAKAYAMA & BUCKS, 1986).

Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de gotejadores convencionais à aplicação contínua de cloreto de potássio branco e vermelho via dois tipos de água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Irrigação do DER – ESALQ/USP, em uma estrutura metálica composta por três andares, com 11 m de comprimento, 4 m de largura e 5,8

m de altura. Cada andar possui dois módulos independentes, o que possibilita a condução simultânea de diversos ensaios.

A Tabela 1 apresenta os modelos de gotejadores utilizados no ensaio, com suas respectivas características técnicas.

**Tabela 1.** Características técnicas dos gotejadores de fluxo contínuo avaliados.

| Fabricante | Modelo        | Vazão             | Ø interno | Pressão   |
|------------|---------------|-------------------|-----------|-----------|
|            |               | L h <sup>-1</sup> | mm        | KPa       |
| NETAFIM    | TIRAN         | 2                 | 17,5      | 50 – 300  |
| NETAFIM    | SUPER TYPHOON | 1,75              | 15,7      | 50 – 200  |
| PLASTRO    | HYDRO DRIP    | 2                 | 17,6      | 100 – 250 |
| NAAN       | NAAN PAZ      | 1,7               | 15,8      | 40 – 250  |
| NAAN       | NAAN TIF PC   | 1,0               | 16        | 50 – 300  |
| AZUD       | AZUD LINE     | 1,4               | 15,7      | 100 – 400 |
| PETROÍSA   | PETRODRIP     | 1,5               | ---       | 100 – 350 |

Por se tratar de produtos comerciais e os ensaios não terem sido normatizados, todos os modelos de gotejadores foram codificados, a fim de se evitar especulações comerciais dos resultados.

Devido à inexistência de metodologia específica para este tipo de ensaio, adotou-se a condutividade elétrica como parâmetro para a determinação da concentração de Cloreto de Potássio na solução aplicada nos diferentes modelos de gotejadores, utilizando-se, o limite de 2,5 dS m<sup>-1</sup>, o que possibilitou o preparo de uma solução com 892,5 mg L<sup>-1</sup> de KCL. Foram realizadas aplicações contínuas durante 12 h com descanso da solução nas linhas gotejadoras por 36 h, e assim sucessivamente, sendo que após o somatório de 72 h de aplicação contínua foram realizadas leituras de vazão de 10 gotejadores em cada uma das linhas gotejadoras ensaiadas. Foram feitas 9 leituras de vazão, totalizando 576 h de aplicação contínua específica para cada tratamento.

O procedimento para as leituras de vazão de cada gotejador consistiu da pressurização do sistema (150 kPa), posicionamento dos coletores sob os respectivos gotejadores com uma defasagem de 5 segundos, retirada sequencial dos coletores após 5 minutos com defasagem de 5 segundos, transporte dos mesmos à bancada de pesagem, pesagem e tabulação dos dados.

Para se obter maior exatidão foi utilizado o método gravimétrico para a determinação do volume coletado de cada gotejador, expressando-se os valores de vazão em L h<sup>-1</sup>. Foi utilizada uma balança de precisão certificada (OHAUS) com precisão de 0,01 g. Depois de tabulados os pesos, efetuaram-se os cálculos da vazão, do coeficiente de variação de vazão (CV), uniformidade de distribuição (UD) e grau de entupimento (GE).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta os valores de coeficiente de variação de vazão (CV) e vazão relativa (Qr), em percentagem, para os gotejadores avaliados durante o ensaio.

**Tabela 2** – Valores de coeficiente de variação de vazão (CV) e vazão relativa (Qr), em percentagem.

|   |         | Coeficiente de Variação % |       |       |       |       | Vazão Relativa % |       |       |       |       |
|---|---------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Horas de Aplicação Contínua dos Tratamentos |         |                           |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |
| Got.  | Solução | 0                         | 142   | 288   | 432   | 576   | 0                | 142   | 288   | 432   | 576   |
| G1  | Lg/KClB | 1,94                      | 2,25  | 2,59  | 1,70  | 2,61  | 100              | 115,0 | 105,5 | 102,7 | 104,5 |
|   | Lg/KClV | 3,67                      | 1,14  | 2,96  | 5,05  | 2,15  | 100              | 94,9  | 97,2  | 100,1 | 99,0  |
|   | Lb/KClB | 1,53                      | 2,00  | 2,17  | 5,55  | 2,82  | 100              | 103,0 | 102,9 | 106,3 | 97,0  |
|   | Lb/KClV | 3,38                      | 2,09  | 2,30  | 2,15  | 2,27  | 100              | 96,3  | 95,7  | 97,2  | 95,7  |
| G2  | Lg/KClB | 0,98                      | 5,95  | 6,58  | 1,44  | 2,35  | 100              | 107,9 | 106,0 | 105,9 | 104,9 |
|   | Lg/KClV | 1,57                      | 1,13  | 0,76  | 1,27  | 1,18  | 100              | 115,2 | 101,9 | 101,0 | 104,5 |
|   | Lb/KClB | 2,23                      | 2,28  | 13,26 | 6,37  | 11,23 | 100              | 102,4 | 96,7  | 95,2  | 87,5  |
|   | Lb/KClV | 1,27                      | 1,29  | 2,15  | 1,75  | 3,46  | 100              | 99,6  | 98,0  | 99,2  | 91,3  |
| G3  | Lg/KClB | 3,09                      | 1,81  | 2,92  | 2,41  | 5,48  | 100              | 96,8  | 94,1  | 95,3  | 96,5  |
|   | Lg/KClV | 6,21                      | 3,36  | 3,41  | 3,58  | 3,35  | 100              | 97,5  | 95,5  | 98,4  | 99,7  |
|   | Lb/KClB | 2,20                      | 11,26 | 1,44  | 2,23  | 3,31  | 100              | 94,0  | 103,1 | 100,9 | 97,9  |
|   | Lb/KClV | 3,55                      | 2,28  | 3,31  | 16,40 | 2,86  | 100              | 97,2  | 96,9  | 96,2  | 99,9  |
| G4  | Lg/KClB | 3,44                      | 4,35  | 8,52  | 15,29 | 18,97 | 100              | 115,4 | 95,7  | 88,6  | 88,0  |
|   | Lg/KClV | 16,51                     | 5,30  | 30,13 | 61,59 | 70,46 | 100              | 95,6  | 66,8  | 51,8  | 50,0  |
|   | Lb/KClB | 4,66                      | 14,80 | 14,90 | 30,94 | 79,30 | 100              | 98,3  | 89,1  | 52,2  | 35,3  |
|   | Lb/KClV | 6,41                      | 4,14  | 8,17  | 8,61  | 39,65 | 100              | 109,0 | 102,3 | 101,2 | 105,3 |
| G5  | Lg/KClB | 5,28                      | 7,64  | 8,73  | 8,17  | 12,01 | 100              | 89,9  | 89,2  | 85,7  | 86,2  |
|   | Lg/KClV | 4,54                      | 8,72  | 8,46  | 7,47  | 7,62  | 100              | 91,0  | 85,9  | 85,6  | 80,2  |
|   | Lb/KClB | 3,41                      | 17,81 | 3,46  | 3,47  | 6,55  | 100              | 109,6 | 100,8 | 101,3 | 96,3  |
|   | Lb/KClV | 4,20                      | 6,77  | 5,72  | 28,80 | 6,89  | 100              | 97,6  | 99,4  | 103,5 | 92,2  |
| G6  | Lg/KClB | 5,82                      | 4,90  | 5,78  | 8,05  | 7,15  | 100              | 100,0 | 103,6 | 99,4  | 102,1 |
|   | Lg/KClV | 3,91                      | 3,24  | 3,36  | 2,61  | 3,17  | 100              | 97,2  | 103,8 | 99,2  | 99,1  |
|   | Lb/KClB | 6,69                      | 7,02  | 6,87  | 7,18  | 7,15  | 100              | 100,3 | 101,5 | 104,1 | 99,4  |
|   | Lb/KClV | 3,98                      | 3,80  | 3,85  | 3,76  | 3,84  | 100              | 100,0 | 103,6 | 100,6 | 97,3  |
| G7  | Lg/KClB | 2,82                      | 4,44  | 2,76  | 7,08  | 2,46  | 100              | 105,6 | 103,4 | 102,8 | 104,6 |
|   | Lg/KClV | 2,64                      | 2,75  | 3,61  | 4,82  | 2,49  | 100              | 100,6 | 96,0  | 98,5  | 98,4  |
|   | Lb/KClB | 1,77                      | 1,66  | 1,35  | 1,57  | 5,08  | 100              | 101,5 | 102,2 | 103,2 | 104,1 |
|   | Lb/KClV | 2,77                      | 1,98  | 3,01  | 2,34  | 24,56 | 100              | 99,9  | 94,7  | 99,7  | 93,4  |

Observa-se pela Tabela 2, que os gotejadores G3 e G6 foram os que apresentaram o melhor comportamento quanto ao uso de diferentes tipos de água e cloreto de potássio, não

apresentando redução de vazão significativa após 576 h de aplicação contínua dos tratamentos e com coeficientes de variação de vazão em torno de 5 %. O emissor G1 apresentou redução de 5% da vazão relativa para o uso de cloreto de potássio vermelho e água tratada, enquanto que para o gotejador G4 a redução de vazão relativa observada, chegou a mais de 60 % aproximadamente, para o cloreto de potássio branco combinado à água tratada e para cloreto de potássio vermelho combinado com água do lago, enquanto que para o tratamento onde se combinou cloreto de potássios vermelho com água do laboratório houve um aumento de aproximadamente 5% da vazão relativa.

O emissor G2 apresentou uma maior redução da vazão relativa na combinação de cloreto de potássio branco com a água do laboratório que foi de aproximadamente 12%, já o gotejador G7 apresentou uma redução de 6% da vazão relativa no tratamento em que se usou água do laboratório e cloreto de potássio vermelho.

O entupimento de alguns destes emissores pode-se associar à qualidade da água, o tipo de cloreto de potássio utilizado e às características geométricas específicas de cada modelo ensaiado. Conforme KELLER & BLIESNER (1990) a vazão dos emissores e a uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento podem ser influenciadas por fatores como: variabilidade industrial, temperatura da água, e entupimento dos emissores por causas diversas.

Sobre a variabilidade industrial, que é normalmente pequena (< 10 %) para emissores tipo labirinto, o projetista não tem controle, e a mesma pode ser incorporada no projeto (VON BERNUTH & SOLOMON, 1986). Já os problemas de entupimento de gotejadores podem ser controlados por uso adequado de sistemas de filtragem, tratamento químico, e manutenção do sistema.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos na condução do ensaio permitiram chegar às seguintes conclusões: os emissores G3 e G6 foram os que apresentaram o melhor comportamento quanto ao uso de diferentes tipos de água e cloreto de potássio, não apresentando redução de vazão após 576 h de aplicação contínua dos tratamentos. Já o emissor G4 apresentou uma redução maior que 60% da vazão relativa para o uso de cloreto de potássio branco e água tratada e para o uso de

cloreto de potássio vermelho combinado com a água do lago diferente do emissor G2 cuja maior redução foi da combinação do cloreto de potássio branco com a água do laboratório.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

LEITE, J.A.O. **Avaliação da susceptibilidade de tubogotejadores ao entupimento por precipitados químicos de carbonato de cálcio.** 1995. 64p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) Universidade Federal de Lavras. Lavras 1995.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Van Nostrand Reinhold. 1990. 652p.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation of crop.** Production design, operation and management. Amsterdam: Elsevier, 1986. 383p.

PITTS, D.J.; HAMAN, D.Z.; SMAJSTRLA, A.G. Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems. Flórida :University of Florifa , Florida Cooperative Extension Service,1990. 12 p. (Bulletin, 258).

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia.** 3.ed. Madri: Mundi Prensa, 1996. 513p.

VON BERNUTH, R. D.; SOLOMON, K. H. Design principles: Emitter construction. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A.(Ed.). **Trickle irrigation for crop production.** The Netherlands: Elsevier, 1986. p. 27-52.