

## ANÁLISE DO COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DOS GOTEJADORES TRORION NA IRRIGAÇÃO SUBSUPERFICIAL<sup>1/</sup>

Ulisses David da Silva <sup>2/</sup>  
Blamor Torres Loureiro <sup>3/</sup>  
Salassier Bernardo <sup>3/</sup>  
Paulo Afonso Ferreira <sup>3/</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda de alimentos leva os pesquisadores a um constante empenho no aumento da produção agrícola. Isso pode ser conseguido com a incorporação de novas áreas ao sistema de produção agrícola e, ou, com o aumento da produtividade nas áreas disponíveis. Esse aumento de produtividade pode ser obtido com técnicas de recuperação e preparo do solo, com o uso de variedades melhoradas e, em muitos casos, com a prática da irrigação (1, 2, 4, 5, 9, 10, 18).

No Brasil, onde o método de irrigação por gotejamento tem grande campo de aplicação, há, no mercado, grande diversificação desse sistema, o que permite as mais variadas adaptações nas condições de operação (7, 12, 14, 15, 16, 17).

Segundo BERNARDO (2) e OLITTA (12), neste método de irrigação a água é aplicada no solo, diretamente sobre a região radicular, com pequena intensidade (1 a 10 l/h), porém com alta frequência (turno de rega de um a quatro dias), de modo que nessa região a umidade do solo se mantenha próxima à «capacidade de campo». A percentagem de área molhada, em relação à área total, depende do espaçamento entre emissores, da vazão dos emissores, do tempo de aplicação de água por irrigação e do tipo de solo (2, 3, 4, 6, 8, 11).

Na irrigação por gotejamento usam-se sistemas fixos. No Brasil, eles são ven-

---

<sup>1/</sup> Parte da tese apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Aceito para publicação em 8-9-1988.

<sup>2/</sup> EPAMIG, Centro Regional do Norte de Minas. Janaúba, MG.

<sup>3/</sup> Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. 36570 Viçosa, MG.

didos por firmas que os produzem como um «pacote», incluindo peças e acessórios muitas vezes desnecessários, como, por exemplo, válvulas métricas automáticas, o que concorre para elevar ainda mais o custo inicial do sistema.

A necessidade de resolver esse problema induziu CARMO (5) ao uso da esponja de plástico porosa como emissor de água para irrigação subsuperficial. Nesse sistema de irrigação, a passagem da água do emissor para o solo se faz através dos poros da esponja de plástico, e, devido à diferença de nível, estabelece-se um fluxo de água do emissor para o solo.

A utilização dos emissores de esponja plástica porosa (gotejador Trorion) na irrigação localizada propiciará grande redução no custo da área irrigada, pois permitirá a utilização de equipamentos e material disponíveis no mercado.

O objetivo deste trabalho foi determinar o coeficiente de uniformidade dos gotejadores Trorion, bem como verificar uma possível redução nas vazões do emissor, para um ciclo da cultura, resultante de prováveis entupimentos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em duas etapas: uma no laboratório e outra no campo, ambas no campus da Universidade Federal de Viçosa.

Os trabalhos preliminares, efetuados na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola, mostraram que, em condições de campo, os níveis de entupimentos constituíam o fator limitante do sistema. Daí a necessidade de se modificarem as características do emissor proposto por CARMO (5), conforme relacionado a seguir:

- aumentar o diâmetro do tubo de PVC, que contém a esponja plástica, de 32 mm para 40 mm de diâmetro nominal;
- reduzir a densidade da esponja, para aumentar a condutividade hidráulica do emissor;
- introduzir um sistema de filtragem da água, constituído de filtros de areia e de esponja plástica porosa.

Essas modificações conduziram a uma redução na pressão de serviço média, de 0,75 mca para 0,30 mca, e à introdução de um turno de rega no sistema.

Sendo assim, as características dos emissores fabricados pela Indústria Trorion S.A. são as seguintes:

— vazão média desejada ( $Q$ )	1,00 l/h
— pressão de serviço média desejada ( $H_p$ )	0,30 mca
— condutividade hidráulica ( $K_o$ )	25,98 cm/h
— introdução do tubo de PVC ( $e$ )	10,00 cm

O emissor Trorion é constituído de um tubo de PVC de 100 mm de comprimento por 40 mm de diâmetro, com uma esponja plástica no interior. É acoplado às linhas por um terminal de polietileno, em «tê» (Figura 1). Para limpar a água de irrigação, usou-se um filtro de esponja plástica porosa, de 50 mm de comprimento por 75 mm de diâmetro (Figura 2).

### 2.1. No Laboratório

#### 2.1.1. Características Hidráulicas dos Emissores Trorion

Foram escolhidos 10 emissores de esponja plástica porosa (gotejador Trorion) de uma população de 150, os quais foram submetidos a uma pressão de serviço de 0,30 mca.

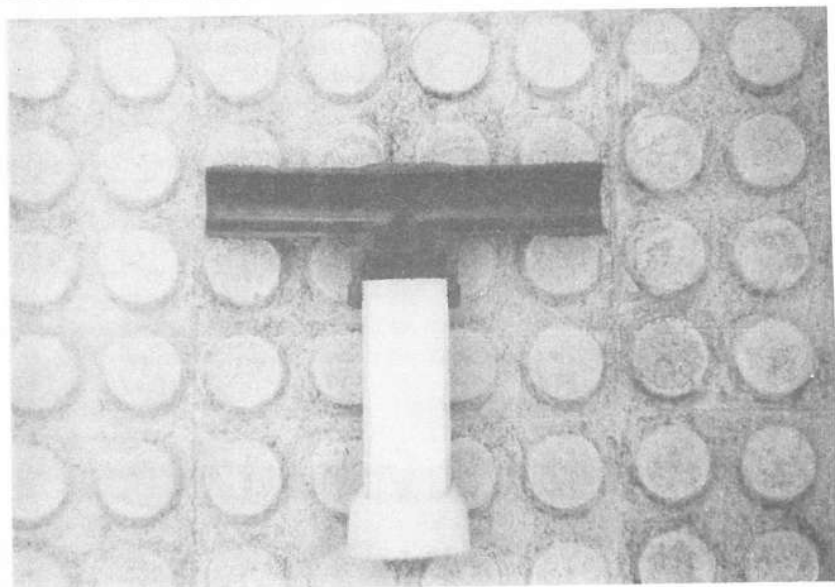


FIGURA 1 - Corte longitudinal de um emissor de água Trorior

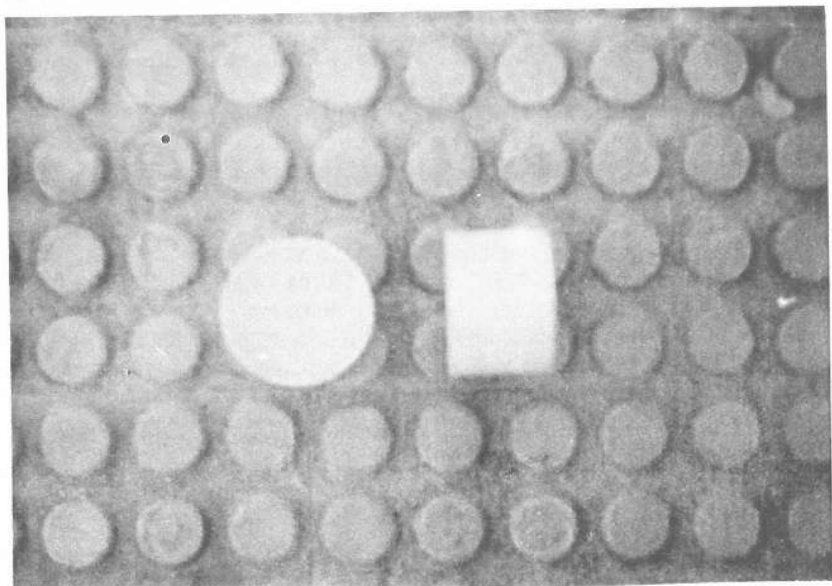


FIGURA 2 - Vista frontal e lateral de um filtro de água Trorior.



Inicialmente, esses emissores foram saturados com água. O umedecimento dos emissores ocorreu de baixo para cima, durante 24 horas.

Com os emissores saturados e conectados à linha de teste, procedeu-se à medição das vazões, com cinco repetições por emissor, cada uma de 10 minutos. Simultaneamente a cada repetição, media-se a temperatura da água em três emissores, o que possibilitava a determinação da temperatura média da água em cada repetição.

O volume de água foi medido em proveta de 250 ml, com precisão de 2,5 ml. As vazões médias foram corrigidas para a temperatura de 20°C.

### 2.1.2. *Vazão dos Filtros Trorion de Espuma Plástica Porosa*

Tomaram-se dois filtros Trorion, de uma população de 20, os quais foram submetidos a uma pressão de serviço três vezes superior à dos emissores Trorion (0,90 mca).

Os filtros foram também saturados, durante 24 horas, e o tempo gasto em cada repetição foi de 10 minutos, num total de cinco repetições por filtro. O volume de água foi medido em proveta de 2.000 ml, com precisão de 20,0 ml, e as vazões médias foram corrigidas para 20°C, à semelhança do que se fez com os emissores de água.

De posse dos valores das vazões dos emissores e dos filtros Trorion, obteve-se a relação filtro/emissor.

## 2.2. *No Campo*

O experimento foi conduzido na área de pesquisa do Departamento de Engenharia Agrícola, no campus da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se na aplicação de água o emissor Trorion modificado.

Vale ressaltar que os emissores Trorion foram enterrados à profundidade de 10 cm. Portanto, a emissão de água foi feita subsuperficialmente.

A vazão média, determinada «in loco», foi de 0,73 litro por hora.

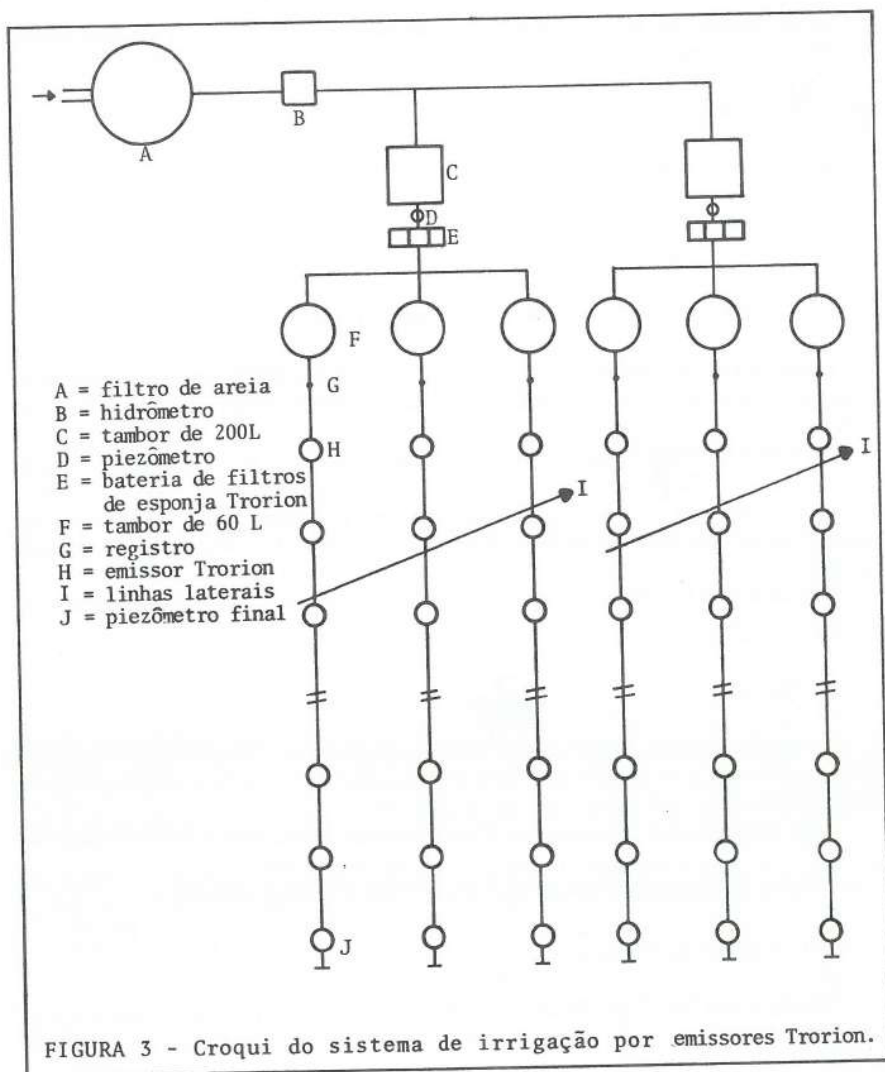
### 2.2.1. *Sistema de Irrigação*

Utilizaram-se um filtro de areia e um filtro composto de quatro unidades de esponja de plástico porosa (Figura 3). A relação filtro/emissor usada no campo foi de 1/11.

À linha principal, na saída do filtro de areia, foi conectado um hidrômetro, previamente calibrado em laboratório. Foram também conectadas a essa linha duas linhas de distribuição, de 10 mm de diâmetro nominal, em cujas extremidades foi ligado um tambor de 200 litros. Às saídas dos tambores foram conectadas os filtros de esponja de plástico, com pressão de serviço igual à utilizada em laboratório.

Ao sair desses filtros, a água alimentava três latões de 60 litros (reservatório de nível constante), que conferiam, por meio de um sistema de bóias, uma pressão de serviço, aos emissores, de 0,30 mca.

A cada reservatório de nível constante foi adaptado um registro de 40 mm, e a cada um deles uma linha lateral, também de 40 mm de diâmetro nominal, a qual alimentava os emissores. Ao longo de cada linha instalaram-se 15 emissores Trorion e, no final, um piezômetro.



### 2.2.2. Coeficiente de Uniformidade e Nível de Entupimento

Para determinar o coeficiente de uniformidade, no campo, os volumes de água foram coletados em recipientes com capacidade de um litro e medidos em proveta com precisão de 2,5 ml. Foram medidas as vazões de água dos emissores Trorion, da primeira, segunda, quarta e sexta linha lateral, com três repetições, seguindo-se os passos:

- ajuste das pressões nos filtros de esponja (0,90 mca); e
- coleta dos volumes correspondentes a 10 minutos de amostragem.

A determinação dos coeficientes de uniformidade foi feita pelo «Método dos Oito Pontos», proposto por BERNARDO (2), como variação do Método de Keller e Karmelli. A uniformidade foi determinada pela seguinte equação:

$$UD = \frac{100 \cdot q}{\bar{q}},$$

em que

UD = coeficiente de uniformidade, %;

q = média de um quarto das vazões com menores valores, ml;

$\bar{q}$  = média de todas as vazões, ml.

O nível de entupimento foi determinado pela queda do valor médio da vazão, no campo, para o ciclo da cultura.

Para verificar o efeito da lavagem dos emissores, foi tomada uma linha lateral qualquer. A vazão nessa linha lateral, com 15 emissores, foi medida após o ciclo da cultura, antes e depois da lavagem da parte superficial superior do emissor de esponja plástica.

A recuperação do emissor foi dada pela diferença de vazão, antes e depois da lavagem.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. No Laboratório

##### 3.1.1. Características Hidráulicas dos Emissores Trorion

As vazões médias, para os emissores Trorion testados, acham-se no Quadro 1.

O coeficiente de uniformidade do emissor Trorion, obtido com os dados do Quadro 1, foi relativamente baixo. Entretanto, segundo informações de técnicos da Trorion, essa variabilidade na vazão desses emissores é devida à retenção de gases nos macro e microporos da esponja plástica. Esses mesmos técnicos

QUADRO 1 - Vazões dos emissores Trorion, em laboratório, corrigidas para temperatura de 20°C, com pressão de serviço de 0,30 mca

Número do emissor	Vazões (l/h)					Médias
	Repetições					
	1	2	3	4	5	
1	0,540	0,540	0,540	0,555	0,555	0,546
2	2,490	2,472	2,535	2,505	2,520	2,505
3	0,915	0,915	0,915	0,930	0,930	0,921
4	1,185	1,185	1,170	1,170	1,185	1,179
5	1,650	1,770	1,785	1,785	1,515	1,701
6	1,380	1,380	1,380	1,395	1,380	1,383
7	0,765	0,780	0,780	0,780	0,780	0,777
8	0,750	0,762	0,780	0,780	0,780	0,771
9	0,915	0,930	0,930	0,930	0,945	0,930
10	0,975	0,975	1,005	1,005	1,005	0,993

Vazão média ( $\bar{Q}$ ) = 1,171 l/h.

Coeficiente de variação (CV) = 49,02%

Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) = 64,37%

afirmam que outra etapa será acrescentada, na industrialização desses emissores, que é o tratamento com ar comprimido em baixa pressão, para tentar retirar os gases da porosidade da esponja plástica.

### 3.1.2. Vazão dos Filtros Trorion de Espuma Plástica Porosa

Os dados da vazão média de cada filtro testado podem ser observados no Quadro 2.

Comparando a vazão média dos filtros Trorion (Quadro 2) com as dos emissores do Quadro 1, verifica-se que a relação é de aproximadamente 1/80. Entretanto, por medida de segurança, recomenda-se usar, em condições de campo, relação entre 1/10 e 1/12, pois as sucessivas reversões de fluxos, para limpeza, não recuperam totalmente a condutividade hidráulica do filtro, além de causarem penetração de ar no sistema, o que, como observado em laboratório, pode reduzir mais de 50% a vazão do filtro. Além disso, em dias ensolarados, a água apresenta temperatura mais elevada nas linhas laterais do que nos filtros, o que proporciona aumento considerável na vazão dos emissores.

QUADRO 2 - Vazões dos filtros Trorion, em laboratório, corrigidas para temperatura de 20°C, com pressão de serviço de 0,90 mca

Filtro Nº	Vazões (l/h)					Média
	Repetições					
	1	2	3	4	5	
1	102,84	102,84	102,96	102,84	102,72	102,84
2	84,72	84,72	84,84	84,72	84,60	84,72

Vazão média ( $\bar{Q}$ ) = 93,78 l/h

Desvio-padrão (G) =  $\pm 2,13$

Coefficiente de variação (CV) = 13,63%

## 3.2. No Campo

### 3.2.1. Coeficiente de Uniformidade e Nível de Entupimento

As vazões referentes aos emissores de água encontram-se no Quadro 3.

Os dados dos Quadros 1 e 3 mostram que a vazão média obtida no campo foi 0,62 vez inferior à de laboratório. Além dessa redução, observou-se também maior variação nas vazões, o que resultou numa queda de 24,12% no coeficiente de uniformidade. Isso é justificável, pois, no laboratório, as condições de trabalho são favoráveis, com os emissores dispostos no mesmo plano horizontal. Já, no campo, além das curvas de nível já suavizadas, somente se localizou a linha lateral central de cada faixa, sendo as outras duas (bordadura) obtidas por meio de paralelas, perdendo, portanto, uma característica que muito contribui para a uniformidade de distribuição de água: constância na pressão de serviço.

A determinação da vazão pelo «Método dos Oito Pontos» (Quadro 3) subestimou a vazão média do hidrômetro (Figura 4), na primeira irrigação, em 28,1%,



QUADRO 3 - Vazões dos emissores Trorion, no campo, corrigidas para temperatura de 20°C, com pressão de serviço de 0,30 mca, antes do ciclo da cultura

Lateral Nº	Vazão (l/h)									
	Emissor Nº									
	1	3	5	7	9	11	13	15		
1	2,46 2,55 2,57	0,45 0,47 0,45	0,67 0,63 0,57	0,90 0,84 0,81	0,77 0,77 0,71	0,24 0,24 0,19	0,30 0,31 0,18	0,25 0,24 0,23		
Média	2,52	0,45	0,63	0,85	0,75	0,23	0,27	0,24		
2	1,35 1,33 1,33	1,09 1,13 1,13	0,55 0,51 0,55	0,91 0,89 0,87	0,77 0,72 0,71	0,53 0,42 0,45	0,87 0,77 0,87	0,81 0,84 0,83		
Média	1,34	1,11	0,54	0,89	0,73	0,47	0,83	0,83		
4	1,92 1,99 2,03	0,39 0,35 0,35	0,51 0,45 0,42	0,39 0,42 0,45	0,77 0,75 0,80	0,51 0,48 0,51	0,11 0,12 0,15	0,41 0,41 0,42		
Média	1,98	0,36	0,46	0,42	0,77	0,50	0,13	0,41		
6	0,93 0,89 0,85	0,67 0,57 0,57	0,33 0,30 0,29	0,67 0,66 0,61	1,47 1,55 1,38	0,66 0,69 0,69	0,45 0,45 0,47	0,61 0,65 0,77		
Média	0,89	0,61	0,31	0,65	1,40	0,68	0,45	0,67		

Vazão média (Q) = 0,73 l/h

Coefficiente de variação (CV) = 68,93%

Coefficiente de uniformidade pelo método dos oito pontos por lateral (UV) = 40,25%



o que é justificável, se se considerar que, no campo, a temperatura da água era superior a 20°C.

A Figura 4 mostra ainda a possível ocorrência de entupimento dos filtros e, ou, dos emissores Trorion. Observe-se que, até a sexta irrigação, houve incremento na vazão média do emissor, principalmente após a quarta e quinta irrigação, incremento causado, possivelmente, pela expulsão dos gases da porosidade da esponja plástica pela água.

Na sétima irrigação, a vazão reduziu-se bruscamente, permanecendo praticamente a mesma na oitava irrigação. Essa tendência indica um possível entupimento dos emissores; todavia, na nona irrigação, a vazão voltou a crescer, o que indica que o principal entupimento havia ocorrido nos filtros, e não nos emissores.

Deve-se notar, também, que a recuperação das vazões, sempre que se dava, não era total, isto é, as novas vazões não atingiam os valores alcançados pelas irrigações antecedentes aos entupimentos, à exceção da vigésima irrigação, que superou a vazão da décima oitava, em virtude, provavelmente, da ocorrência de uma rachadura na linha lateral do sistema. O fenômeno da recuperação das vazões, por causa de desentupimento dos filtros, foi também notado na nona, décima segunda e décima quarta irrigação.

Como não se fazia inversão de fluxo nos emissores, a tendência das vazões, como um todo, foi de redução após a sexta irrigação, o que indica entupimento gradativo dos emissores. O único provável desentupimento dos emissores ocorreu na décima oitava irrigação, quando a vazão recuperada superou as vazões da décima sexta e décima sétima irrigação. Entre a primeira e a última irrigação deu-se uma redução na vazão média de, aproximadamente, 46,4%.

As reduções bruscas nas vazões, causadas pelos entupimentos nos filtros de esponja, ocorreram porque o filtro de areia, constituído por material de uma única granulometria, com partículas de, aproximadamente, 0,1 cm de diâmetro, foi ineficiente na retenção de partículas de silte e de argila, dispersas na água. O sistema de filtragem da água usado pelos emissores ficou reduzido, portanto, à filtragem através dos filtros de esponja plástica, o que causou redução na condutividade hidráulica e provocou redução na pressão de serviço dos emissores e, conseqüentemente, diminuição na vazão média.

Comparando as vazões médias (Quadros 3 e 4) obtidas antes e depois do ciclo da cultura, observa-se que houve redução de 45,2% após o ciclo da cultura. Essa redução foi de 46,4% quando se usaram as vazões da primeira e da vigésima terceira (Figura 4). Como se pode observar, o «Método dos Oito Pontos por Lateral» permitiu estimar com precisão a redução na vazão média.

Ainda nos Quadros 3 e 4, observa-se que, juntamente com a redução na vazão, houve uma redução no coeficiente de variação e, em conseqüência, um aumento de 7,42% no coeficiente de uniformidade.

Essa diminuição da vazão pode ser atribuída a entupimentos, em virtude, principalmente, do acúmulo de limo e partículas de silte e argila.

Em testes de entupimento efetuados em Laboratório, CARMO (5) utilizou duas qualidades distintas de água: água bombeada diretamente da represa localizada atrás do Laboratório de Hidráulica da U.F.V., com teor de argila em suspensão de 0,2 g/l, e água bombeada do poço tubular freático que serve às dependências da Horta Nova do Fundão, da U.F.V. Nesses testes, utilizou 12 emissores. Ficou comprovado que, nas condições em que os testes foram realizados, a água com teor de argila de 0,2 g/l reduziu rapidamente a condutividade hidráulica do emissor, enquanto a água originária de poço freático a reduziu lentamente.

No Quadro 5 apresenta-se a vazão dos emissores de uma linha lateral após o

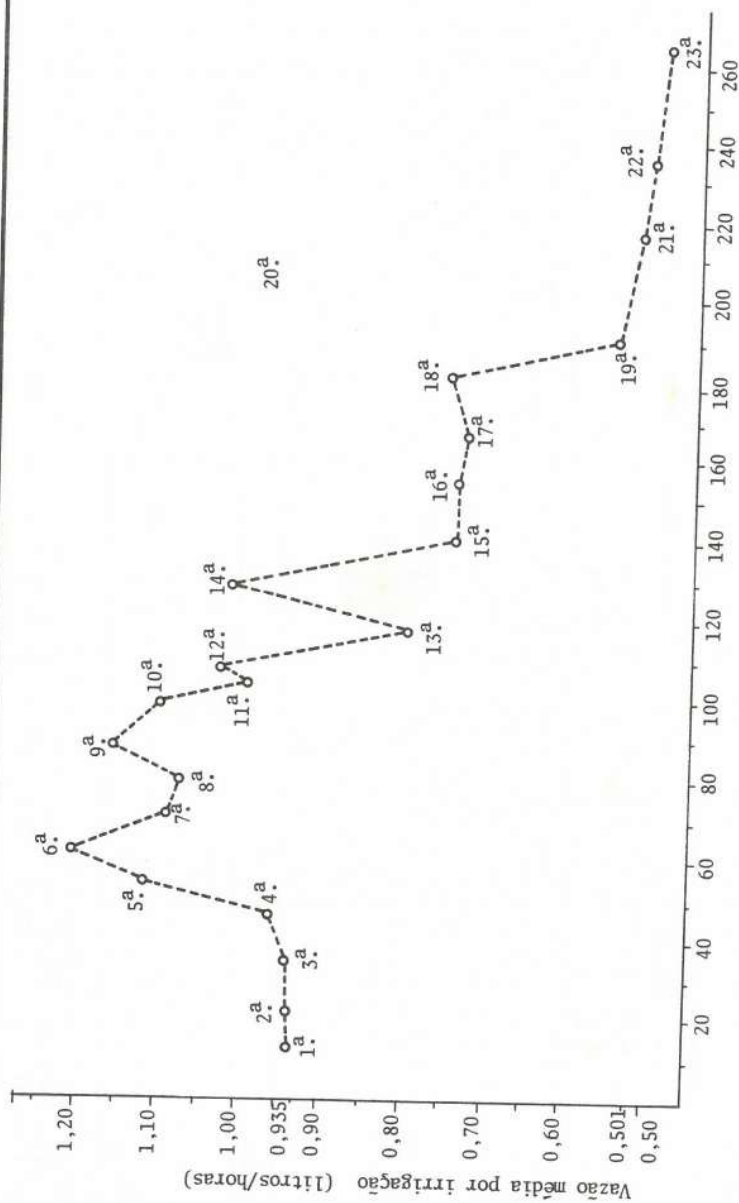


FIGURA 4 - Vazão média do hidrômetro, por irrigação, no sistema de gotejamentos Trorion.

QUADRO 4 - Vazões dos emissores Trorion no campo, corrigidas para temperatura de 20°C, com pressão de serviço de 0,30 mca, após o ciclo da cultura

Lateral Nº	Vazão (l/h)							
	Emissor Nº							
	1	3	5	7	9	11	13	15
1	0,60 0,59 0,25	0,27 0,29 0,25	0,53 0,54 0,53	0,55 0,57 0,54	0,39 0,39 0,41	0,18 0,19 0,18	0,19 0,19 0,18	0,15 0,15 0,15
Média	0,61	0,27	0,53	0,55	0,39	0,19	0,19	0,15
2	0,83 0,81 0,83	0,54 0,55 0,54	0,37 0,39 0,37	0,73 0,75 0,73	0,37 0,41 0,39	0,30 0,35 0,35	0,65 0,67 0,67	0,23 0,24 0,24
Média	0,82	0,55	0,38	0,74	0,39	0,33	0,67	0,23
4	0,51 0,49 0,51	0,24 0,25 0,24	0,29 0,27 0,27	0,27 0,25 0,25	0,41 0,42 0,41	0,31 0,30 0,30	0,07 0,07 0,07	0,27 0,29 0,29
Média	0,51	0,25	0,27	0,26	0,41	0,31	0,07	0,28
6	0,39 0,39 0,39	0,51 0,49 0,51	0,18 0,19 0,18	0,45 0,45 0,45	0,71 0,72 0,71	0,37 0,37 0,39	0,35 0,33 0,31	0,54 0,53 0,54
Média	0,39	0,51	0,19	0,45	0,71	0,38	0,33	0,53

Vazão média ( $\bar{Q}$ ) = 0,40 l/h  
 Coeficiente de variação (CV) = 45,81%  
 Coeficiente de uniformidade pelo método dos oito pontos por lateral (UV) = 47,67%

ciclo da cultura, antes e depois da lavagem. Pelos resultados, pode-se observar que os emissores do início da linha, por trabalharem sob maior pressão de serviço, tiveram menor recuperação da vazão, porque, provavelmente, com o aumento da pressão de serviço, ocorreu maior impregnação das partículas sólidas no interior da esponja do emissor. Aconteceu o inverso com os últimos emissores, nos quais, praticamente, não houve impregnação, mas, sim, sedimentação das partículas na sua parte superior, o que tornou a lavagem mais eficiente. Logo, como medida de

QUADRO 5 - Vazões dos emissores Trorion, no campo, corrigidas para temperatura de 20°C, após o ciclo da cultura, antes e depois da lavagem, com pressão de serviço 0,30 mca

Emissor Nº	Vazões (l/h)			
	Repetições			
	Antes da lavagem do emissor (a)			Médias
1	0,51	0,49	0,51	0,51
2	0,39	0,39	0,39	0,39
3	0,41	0,39	0,41	0,40
4	0,51	0,53	0,51	0,51
5	0,67	0,69	0,67	0,68
6	0,18	0,19	0,18	0,19
7	0,75	0,77	0,77	0,76
8	0,77	0,75	0,75	0,75
9	1,07	1,11	1,05	1,07
10	0,61	0,61	0,61	0,61
11	0,39	0,37	0,37	0,38
12	0,42	0,41	0,43	0,42
13	0,31	0,33	0,35	0,33
14	0,79	0,81	0,83	0,81
15	0,65	0,66	0,67	0,66
Depois da lavagem do emissor (b)				
1	0,57	0,60	0,59	0,59
2	0,53	0,51	0,51	0,51
3	0,85	0,85	0,85	0,85
4	0,72	0,71	0,72	0,71
5	1,01	0,99	0,99	0,99
6	0,35	0,33	0,35	0,34
7	0,96	0,97	0,97	0,97
8	1,13	1,11	1,13	1,12
9	1,50	1,51	1,51	1,51
10	0,95	0,95	0,95	0,95
11	0,83	0,81	0,83	0,82
12	0,59	0,57	0,57	0,57
13	1,11	1,11	1,09	1,11
14	1,43	1,43	1,44	1,43
15	1,92	1,93	1,92	1,93

$\bar{Q}_a = 0,57 \text{ l/h};$

$\bar{Q}_b = 0,96 \text{ l/h};$

$CV_a = 40,62\%;$

$CV_b = 43,69\%.$



manejo, recomenda-se reduzir à metade a linha lateral, colocando o reservatório de carga constante no centro de cada lateral, e não na extremidade, como foi feito.

#### 4. RESUMO

No Laboratório de Hidráulica e na Área Experimental da Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, foi conduzido um estudo, para testar a viabilidade do emprego dos emissores produzidos pela Indústria Trorion S.A. na irrigação subsuperficial.

Nos trabalhos de laboratório determinaram-se as vazões dos emissores e dos filtros Trorion, com as pressões de serviço de 0,30 e 0,90 mca, respectivamente, obtendo-se 1,17 e 93,78 l/h.

O coeficiente de uniformidade de Christiansen, obtido em laboratório, para pressão de serviço de 0,30 mca, foi de 64,37%, considerado baixo.

Com as vazões médias dos filtros e dos emissores Trorion, obteve-se uma relação de aproximadamente um filtro para 80 emissores. Entretanto, por medida de segurança, recomenda-se usar, em condições de campo, uma relação entre 1/10 e 1/12.

A vazão média dos emissores Trorion, no campo, pelo «Método dos Oito Pontos», foi de 0,73 l/h, portanto, 0,62 vez menor que a obtida em laboratório.

Comparando os resultados das vazões médias obtidas pelo «Método dos Oito Pontos», antes e depois do ciclo da cultura, observa-se que houve uma redução de 45,2% e que, juntamente com essa redução na vazão, ocorreu uma redução no coeficiente de variação e, conseqüentemente, um aumento de 7,42% no coeficiente de uniformidade. Essa redução foi de 46,4%, quando se usaram as vazões médias dos hidrômetros da primeira e vigésima terceira irrigação. Como se pode observar, o «Método dos Oito Pontos por Lateral» forneceu com precisão a redução na vazão.

Essa diminuição da vazão pode ser atribuída a entupimentos, em virtude, principalmente, do acúmulo de limo e de partículas de silte e de argila.

Para a melhoria da condutividade hidráulica, observou-se, na lavagem dos emissores, que os emissores do início da linha, pelo fato de serem submetidos a maior pressão de serviço, tiveram menor recuperação da vazão, porque, com o aumento da pressão de serviço, houve maior impregnação das partículas sólidas no interior da esponja do emissor. Aconteceu o inverso com os últimos emissores, nos quais, praticamente, não houve impregnação, mas, sim, sedimentação das partículas na parte superior, o que tornou a lavagem mais eficiente. Como medida de manejo, recomenda-se reduzir à metade a linha lateral, colocando o reservatório de carga constante no centro de cada lateral, e não na extremidade, como foi feito.

#### 5. SUMMARY

##### (ANALYSIS OF UNIFORMITY COEFFICIENT OF TRORION EMITTERS ON SUBSURFACE IRRIGATION)

This work was conducted at the Hydraulics Laboratory and Experimental Field of the Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, to test the viability of «Trorion» emitters on subsurface irrigation. The emitter and filter discharges of 1.17 and 93.79 l/h were determined under pressures of 0.30 and 0.90 mca, respectively, in laboratory. The average emitter discharge was 0.73 l/h in field. The discharge emitters decreased 45.2% from initial to final irrigation,

probably due to filter obstruction. This obstruction also decreased from the initial to final emitters. The emitters were cleaned, but the emitters that were submitted to higher water pressure did not become sufficiently clean. To improve management it is recommended to fix the water source in the central position of each lateral.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALVES, F.M. *Efeito de diferentes lâminas d'água sobre a produção de três cultivares de tomateiro (Lycopersicum esculentum, Mill), com utilização da irrigação por gotejamento*. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1980. 60 p. (Tese de Mestrado).
2. BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1982, 463 p.
3. BRESLER, E. & KEMPER, W.D. Water evaporation as affected by witting methods and rust formation. *Soil Science*, 34(1):3-8, 1970.
4. BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. Trad. A.B. Neiva Figueiredo. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1968. 241 p.
5. CARMO, D.A.S. *Emissor de água para irrigação subsuperficial*. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1983. 60 p. (Tese de Mestrado).
6. CPDA/SUPLAN. *Relatório Regional. — Região Centro-Oeste, Mato Grosso — Região Sudeste, São Paulo, Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, PESAGRO, 1978. 489 p.
7. DAKER, A. *A água na agricultura; irrigação e drenagem*. 3. ed. São Paulo, Freitas Bastos, 1970, 3 v., 453 p.
8. GEIGER, R. *The climate near the ground*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1975. 611 p.
9. HILLER, D. *Solo e água: fenômenos e princípios*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1970. 231 p.
10. JORGE, J.A. Solo: manejo e adubação. In: Jorge, J.A. *Manual Prático de Ciência do Solo*. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1969. p. 128-129.
11. KRAMER, P.J. *Relaciones hídricas de suelo y plantas*. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica, A.I.D., 1974. 583 p.
12. OLITTA, A.P.L. *Os métodos de irrigação*. São Paulo, Nobel, 1977. 267 p.
13. PEDROSA, J.F.; ALVARENGA, M.A.R.; FERREIRA, F.A. & CASALI, V.W.D. Abóboras, morangas e abobrinhas: cultivares e métodos culturais. *Informe Agropecuário*, 8(85):24-26. 1982.
14. SILVA, A.D.; SILVA, A.S. & GHEYI, H.R. Irrigação por cápsulas porosas. III: Avaliação técnica do método por pressão hidrostática. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Pequena irrigação para o*

- trópico semi-árido vazante e cápsulas porosas*. Petrolina, Centro de Pesquisa Agrícola do Trópico. Semi-Árido, 1981. 40 p. (Boletim de Pesquisa, 3).
15. SILVA, A.S.; MAGALHÃES, A.A.; SANTOS, F.E. & MORGADO, L.B. *Irrigação por potes de barro*. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1982. 40 p. (Boletim de Pesquisa, 10).
  16. SILVA, A.S. & PORTO, E.R. Alguns modelos de pequena irrigação utilizados no Nordeste. *Revista Item*, 6:30-33. 1981.
  17. SILVA, D.A.; RAJGHEYI, H.; SILVA, A.S. & MAGALHÃES, A.A. Irrigação por cápsulas porosas. IV: Efeito das diferentes pressões hidrostáticas e populações de plantas sobre a produção de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 5, São Paulo, 1980. Anais... São Paulo, ABID, 1980. v. 2 p. 171-191.
  18. WINTER, E.J. *A água, o solo e a planta*. São Paulo, Editora Pedagógica Universitária, 1976. 170 p.