

## ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES EM UM SISTEMA DE MICROASPERSÃO UTILIZANDO INJEÇÃO COM TUBOS DE PILOT

Moisés Custódio Saraiva Leo<sup>1</sup>  
Lindbergue Araújo Crisóstomo<sup>2</sup>  
Francisco José de Seixas Santos<sup>3</sup>

### RESUMO

Para o estudo da uniformidade de distribuição de fertilizantes em uma unidade operacional de irrigação, foi utilizado um sistema de microaspersão constituído de nove linhas laterais de polietileno de 14 mm (d.i.) e uma linha de derivação de 26 mm (d.i.). Os 81 microaspersores foram simetricamente colocados em todo o sistema. O fertilizante empregado no experimento foi cloreto de potássio (KCl), e a coleta de material para análise em laboratório da concentração de potássio foi realizada em 16 emissores e na saída do tanque de derivação. Os dados analisados revelaram que o equipamento injetor, do tipo tubos de Pilot, possibilitou uma boa uniformidade de aplicação do fertilizante na unidade de irrigação, com um Coeficiente de Uniformidade de Distribuição igual a 89,25%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fertirrigação, distribuição de fertilizantes.

**DISTRIBUTION OF SOLUBLE FERTILIZER FROM A LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM USING A PILOT TUBE DEVICE FOR INJECTION.**

### SUMMARY

To study uniformity of fertilizer distribution, applied through the irrigation water, a micro-sprinkler system, consisting of 81 emitters, nine 14 mm (i.d.) polyethylene laterals and a 26 mm (i.d.) main line, was installed at the Hydraulics and Irrigation Laboratory of the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil. The fertilizer injection device consisted on a Pilot tube arrangement and KCl was used as test fertilizer. Samples of the water plus fertilizer were collected from 16 emitters

and from the tank containing the fertilizer solution and analyzed for the KCl content. The data collected and analyzed statistically shown a very good uniformity of distribution of the fertilizer throughout the irrigated area (uniformity distribution coefficient of 89.25%), considering the simplicity and low cost of the injection device used.

**KEY WORDS:** Fertirrigation, fertilizer distribution.

### INTRODUÇÃO

O processo de fertirrigação proporciona uma aplicação econômica de fertilizantes e outros produtos químicos utilizando as tubulações do sistema de irrigação. Então, é necessário que a distribuição dessas substâncias seja feita da maneira mais uniforme possível dentro da unidade de irrigação, para que a técnica da fertirrigação seja eficiente.

KELLER<sup>7</sup> afirma que a uniformidade de distribuição de fertilizantes somente pode ser boa se a distribuição de água também for. Se o sistema de irrigação tiver sido exatamente projetado e corretamente operado, pode resultar uma aceitável distribuição de adubos junto com a própria água. Segundo ROLSTON et alii<sup>8</sup> e HOWELL et alii<sup>6</sup>, a uniformidade de distribuição de fertilizantes e produtos químicos em um sistema de irrigação localizada depende da eficiência da mistura no interior do tanque, da uniformidade de aplicação de água, e das características do fluxo de água e produtos

1 Engenheiro-Agrônomo, Ph.D.; Professor Titular do DENA/UFC.

2 Engenheiro-Agrônomo, Ph.D.; Professor do Depto. de Ciências do Solo - UFC.

3 Engenheiro-Agrônomo, M.Sc.

químicos nas linhas de distribuição e no interior do solo. Para ZANINI<sup>11</sup> a concentração de fertilizantes no tanque de derivação se reduz obedecendo a uma proporção logarítmica descrita pela equação geral de diluição. Shani citado por FRIZZONE et alii<sup>5</sup> recomenda que a relação entre o volume que deve passar pelo tanque (V) e o volume do tanque (v), seja no mínimo igual a quatro, para que se garanta boa solubilização do fertilizante e aplicação uniforme. ZANINI<sup>11</sup>, trabalhando com injeção por meio de derivação de fluxo e irrigação por gotejamento constata que tempos de aplicação mais longos levam a menores diferenças entre as quantidades de fertilizantes distribuídos aos diversos pontos da linha de irrigação. COSTA e BRITO<sup>3</sup>, utilizando aspersão e injeção com tubos de Pilot, observaram que as maiores variações das concentrações dentro da linha de aspersores ocorreram até o sétimo minuto, onde a relação entre a menor e a maior concentração corresponde a 3,12%. Os autores acima citados que apresentaram resultados sobre uniformidade de distribuição de fertilizantes, trabalharam com índices utilizados para determinar a uniformidade de distribuição d'água de um sistema de irrigação localizada, pois até o momento no foi definida uma metodologia de cálculo para avaliar a distribuição de adubos na rede de irrigação. Para ABREU e LOPEZ<sup>1</sup>, a relação que existe entre a descarga mínima e a descarga média do sistema de irrigação localizada é fator mais importante para avaliar a uniformidade de aplicação da água.

O objetivo do trabalho foi averiguar a uniformidade de distribuição do Cloreto de Potássio (KCl) dentro de uma pequena unidade operacional de um sistema de microaspersão, bem como a variação da concentração do fertilizante no interior do tanque de derivação, utilizando o método de injeção com tubos de Pilot.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área externa do Laboratório de Hidráulica e Irriga-

ção do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. O sistema de irrigação por microaspersão foi composto por um cabeçal de controle completo, e uma unidade operacional constituída de nove linhas laterais de polietileno preto com diâmetro interno de 14 mm e 13,6 mm de comprimento, e linha de derivação, de idêntico material, com diâmetro interno de 26 mm e 12,8 mm de comprimento. A Figura 1 mostra a disposição do sistema na área externa do laboratório. Em cada lateral foram inseridos nove microaspersores, com espaçamento de 1,6 mm na linha lateral e 1,6 mm entre as laterais. A determinação da vazão dos emissores selecionados para o teste de distribuição de fertilizantes foi realizada utilizando-se uma proveta de 500 ml com graduação de 5 ml, e cronômetro. A vazão média foi obtida de três repetições. O sistema trabalhou com uma pressão de serviço de aproximadamente 25 m.c.a. (245,25 KPa). O fertilizante empregado no experimento foi o Cloreto de Potássio (KCl), que apresentou 57,5% de potássio (K), com um teor de umidade de 1,26%. A determinação do tempo de fertirrigação foi realizada em seguida ao teste para definição da vazão derivada provocada pelo equipamento. Para definição dos instantes de coleta utilizou-se a equação

$$= (\ln C_0 - \ln C_t) \cdot v/q$$

onde: q = vazão através do reservatório (l/h).

v = volume do reservatório (l).

C<sub>0</sub> = concentração inicial da Solução no reservatório (%).

C<sub>t</sub> = concentração da Solução no reservatório (%) em um tempo t.

bem como a metodologia empregada por ZANINI<sup>11</sup> e FEITOSA FILHO<sup>4</sup>, na qual são registrados os tempos para cada decréscimo de 10% em relação à concentração inicial (igual a 100%) até o décimo e último tempo, que corresponde a 1,83%. As amostras do fertilizante foram coletadas na saída do tanque e nos microaspersores escolhidos pelo método proposto por Keller e

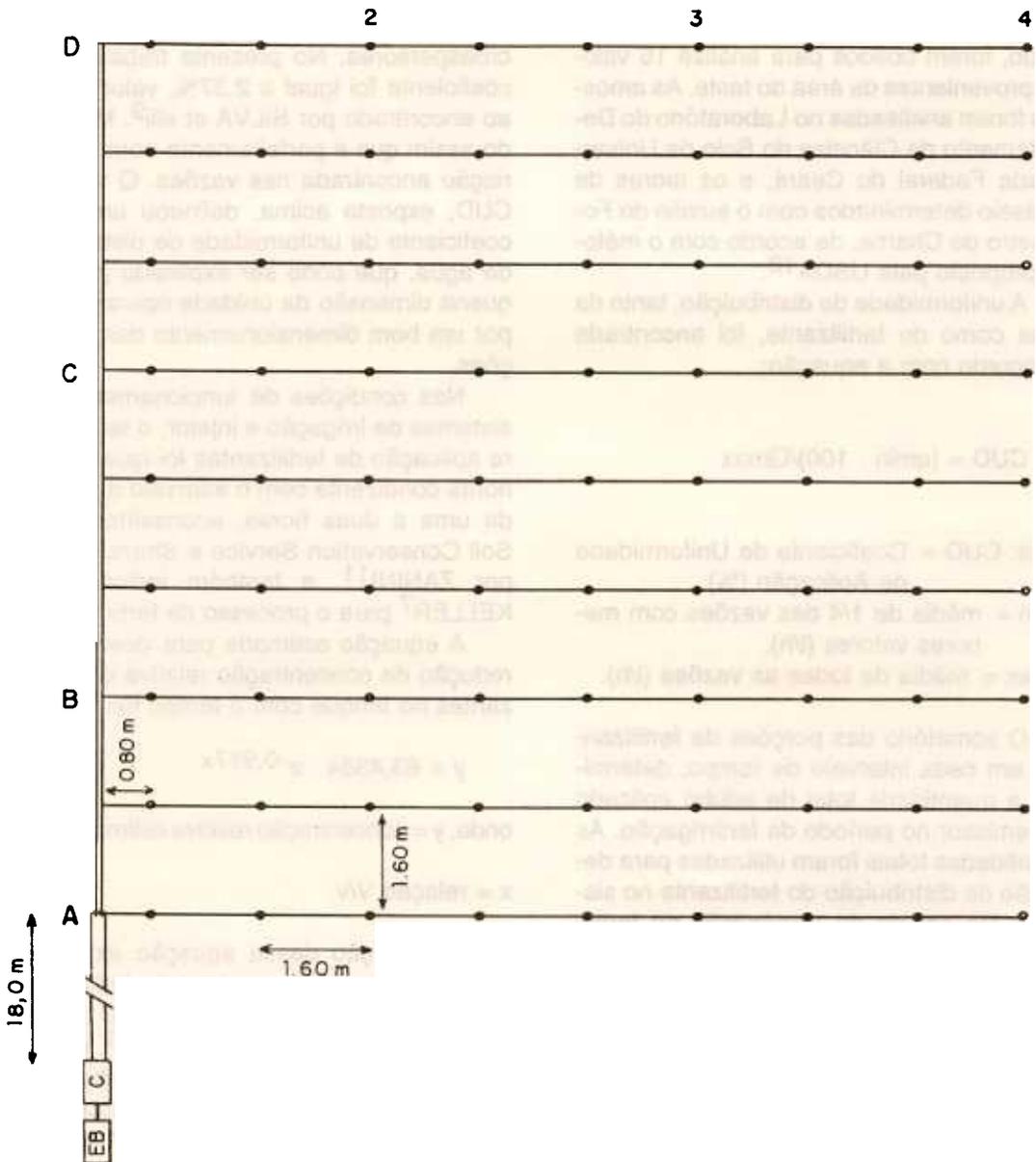
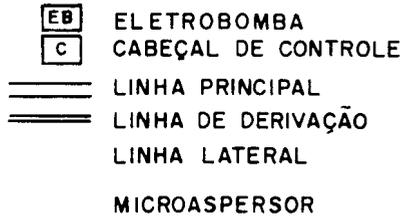


FIGURA 1  
 Disposição do sistema de irrigação

Karmeli, citado por BERNARDO<sup>2</sup>, de seleção de pontos de coleta para determinação da uniformidade de aplicação de água em irrigação localizada. Os microaspersores escolhidos ao longo da linha lateral foram: o primeiro, o situado a 1/3 do comprimento (o terceiro), o situado a 2/3 do comprimento (o sexto) e o último. As linhas laterais selecionadas para estudo, ao longo da linha de derivação, foram também: a primeira, a situada a 1/3 do comprimento, a situada a 2/3 do comprimento e a última. Deste modo, foram obtidos para análise 16 valores provenientes da área do teste. As amostras foram analisadas no Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, e os teores de potássio determinados com o auxílio do Fotômetro de Chama, de acordo com o método proposto pela USDA<sup>10</sup>.

A uniformidade de distribuição, tanto da água como do fertilizante, foi encontrada de acordo com a equação:

$$\text{CUD} = (\text{qmin} \cdot 100) / \text{Qmax}$$

onde: CUD = Coeficiente de Uniformidade de Aplicação (%).

qmin = média de 1/4 das vazões com menores valores (l/h).

Qmax = média de todas as vazões (l/h).

O somatório das porções de fertilizantes, em cada intervalo de tempo, determinou a quantidade total de adubo aplicado por emissor no período da fertirrigação. As quantidades totais foram utilizadas para definição da distribuição do fertilizante no sistema. No estudo da distribuição do fertilizante no sistema de irrigação, a posição de cada microaspersor escolhido para análise dentro da unidade operacional foi considerada como tratamento, cujos efeitos foram medidos e comparados estatisticamente baseado no delineamento em blocos casualizados, utilizando o teste F na ANVA e o teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação a vazão, o sistema testado apresentou os seguintes resultados:

- . vazão média geral: 46,00 l/h
- . coeficiente de variação do ensaio: 1,39%
- . coeficiente de uniformidade de distribuição da água (CUD): 96,93%

A variabilidade das vazões na unidade operacional pode ser explicada pelo coeficiente de variação de fabricação dos microaspersores. No presente trabalho este coeficiente foi igual a 2,37%, valor inferior ao encontrado por SILVA et alii<sup>9</sup>. Mostrando assim que é perfeitamente normal a variação encontrada nas vazões. O valor do CUD, exposto acima, delineou um ótimo coeficiente de uniformidade de distribuição de água, que pode ser explicado pela pequena dimensão da unidade operacional e por um bom dimensionamento das tubulações.

Nas condições de funcionamento dos sistemas de irrigação e injetor, o tempo para aplicação de fertilizantes foi igual a 1,33 horas condizente com o intervalo de tempo de uma a duas horas, aconselhado pelo Soil Conservation Service e Shani, citados por ZANINI<sup>11</sup>, e também indicado por KELLER<sup>7</sup> para o processo de fertirrigação.

A equação estimada para descrever a redução da concentração relativa de fertilizantes no tanque com o tempo foi:

$$y = 83,4384 \cdot e^{-0,917x}$$

onde, y = concentração relativa estimada (%).

x = relação V/v.

A definição dessa equação exponencial para a variação do teor do fertilizante no interior do reservatório está de acordo com o estabelecido por ZANINI<sup>11</sup> e FEITOSA FILHO<sup>4</sup>, ambos trabalhando com sistemas de irrigação localizada e tanque de derivação, e também por COSTA e BRITO<sup>3</sup>, utilizando injetor do tipo tubo de Pilot em irrigação por aspersão.

TABELA 5 - Quantidade Média Aplicada de Potássio (g).

p o p e r i o d o n o n a	Tempo de coleta (min)										u n d a d e	
	2,10	4,45	7,12	10,19	13,83	18,28	24,07	32,12	45,95	79,84		
Intervalos entre os instantes (horas)												
	0,0350	0,0392	0,0445	0,0512	0,0607	0,0742	0,0965	0,1342	0,2305	0,5648		
A1	0,272	0,275	0,254	0,247	0,248	0,227	0,223	0,215	0,269	0,430	2,660	n
A2	0,279	0,280	0,256	0,251	0,250	0,230	0,230	0,221	0,275	0,405	2,677	n
A3	0,299	0,321	0,296	0,288	0,279	0,247	0,245	0,231	0,288	0,422	2,916	hijl
A4	0,340	0,344	0,318	0,312	0,305	0,270	0,270	0,254	0,320	0,461	3,194	abcde
B1	0,275	0,281	0,272	0,261	0,264	0,239	0,239	0,234	0,292	0,367	2,724	mn
B2	0,269	0,286	0,257	0,254	0,258	0,234	0,230	0,217	0,275	0,383	2,663	n
B3	0,336	0,330	0,312	0,308	0,293	0,262	0,267	0,241	0,304	0,447	3,100	cdefg
B4	0,346	0,342	0,324	0,319	0,312	0,277	0,275	0,256	0,318	0,460	3,229	ab
C1	0,310	0,297	0,279	0,287	0,278	0,249	0,236	0,232	0,286	0,427	2,881	ijlm
C2	0,323	0,316	0,300	0,302	0,290	0,258	0,250	0,236	0,293	0,446	3,014	fghij
C3	0,328	0,323	0,301	0,295	0,290	0,259	0,252	0,239	0,303	0,440	3,030	defghi
C4	0,346	0,342	0,314	0,311	0,301	0,271	0,262	0,251	0,314	0,454	3,166	bcdef
D1	0,341	0,309	0,310	0,295	0,290	0,262	0,253	0,241	0,312	0,443	3,056	cdefgh
D2	0,353	0,339	0,316	0,307	0,301	0,271	0,262	0,248	0,321	0,481	3,199	abcd
D3	0,333	0,331	0,310	0,305	0,296	0,266	0,268	0,246	0,317	0,534	3,206	abc
D4	0,352	0,357	0,330	0,327	0,317	0,285	0,275	0,262	0,334	0,485	3,324	a

CV=7,44%

Na Tabela 5 encontram-se os valores das quantidades médias de potássio aplicadas durante os instantes da fertirrigação. Com os valores dos dez períodos de coleta do fertilizante foi determinada a quantidade total de potássio aplicada em cada microaspersor durante o processo de fertirrigação. As quantidades totais foram analisadas através do teste F na ANOVA, e apresentaram diferenças significativas entre elas. O teste

de Tukey possibilitou a definição de quais emissores diferiam estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade quanto às quantidades de potássio aplicadas. Segundo a Tabela 5, houve um acréscimo do início para o final da unidade de irrigação das quantias de potássio, o que pode ser justificado por um comportamento idêntico na distribuição das vazões dos microaspersores medidas no campo.

Apesar de os microaspersores aplicarem quantidades estatisticamente diferentes de potássio, a unidade operacional apresentou uma boa uniformidade de aplicação de fertilizantes, com CUD igual a 89,29%; estando de acordo com KELLER<sup>7</sup>, que afirma que a uniformidade de distribuição de adubos somente pode ser boa se a distribuição de água também for.

## CONCLUSÕES

O sistema de microaspersão apresentou uma boa uniformidade de aplicação do fertilizante, com Coeficiente de Uniformidade de Distribuição igual a 89,25%. Este resultado pode ser atribuído ao bom desempenho do equipamento injetor do tipo tubo de Pilot, cuja equação que descreveu a variação da concentração relativa do adubo no tanque não diferiu estatisticamente da equação de diluição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, J.M.H. & LOPEZ, J.R. **El riego por goteo**. Madrid, Hojas Divulgadora del Ministério de Agricultura, 1977. 32p.
2. BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5a. ed., Viçosa, UFV, Impr. Iniv., 1989. 596p.
3. COSTA, E.F. da & BRITO, R.A.L. **Aplicador portátil de produtos químicos via água de irrigação**. Sete Lagoas, MG, EMBRAPA/CNPMS, 1988. 19p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 13).
4. FEITOSA FILHO, J.C. Uniformidade de distribuição de fertilizantes via água de irrigação por microaspersão, com injetores tipo Venturi e tanque de derivação. Viçosa, UFV, 1990. 77p. (Tese de Mestrado).
5. FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PAES, L.A.D. & NASCIMENTO, V.M. do. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira, SP, UNESP, 1985. 31p. (Boletim Técnico 2).
6. HOEWLL, T.A.; STEVENSON, D.S.; AL-JIBURY, F.K.; GITLIN, H.M.; WU, I.P.; WARRICK, A.W. & RAATS, P.A.C. **Design and operation of trickle (drip) systems**. In: JENSEN, M.E. Design and operations Society of farm irrigation systems. Michigan, American Society of Agricultural Engineers, 1983. p.663-717.
7. KELLER, J. **Sprinkler and trickle Irrigation**. Logan, Utah State University, 1984. 621p.
8. ROLSTON, D.E. et alii. **Applying nutrients and other chemicals to trickle irrigated crops**. Davis, California, University of California, 1979. 14p. (University of California. Bulletin, 14).
9. SILVA, A.T. da; LOU, W.C. & ARAÚJO, C.M. Características hidráulicas do microaspersor "Jatíssimo". **ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna** (19);36-38, 1984.
10. USDA. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C., 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).
11. ZANINI, J.R. **Hidráulica da fertirrigação por gotejamento utilizando tanque de derivação de fluxo e bomba injetora**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1987. 103p. (Tese de Doutorado).