

APLICADOR PORTÁTIL DE PRODUTOS QUÍMICOS VIA ÁGUA
DE IRRIGAÇÃO

Enio Fernandes da Costa^{1/}

Ricardo Augusto Lopes Brito^{2/}

1/ Eng^o Agr^o, MSc., Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) EMBRAPA, Caixa Postal, 151, CEP. 35.700 - Sete Lagoas, MG.

2/ Eng^o Agr^o, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) EMBRAPA, C.P. 151, CEP 35.700 - Sete Lagoas, MG.

ABSTRACT

"Chemigation" provides numerous benefits, including reduced costs, increased application efficiency and flexibility, enhanced safety conditions and reduced environmental contamination. The development of a portable injector was based on the equation of energy and utilized a Pitot tube. A prototype is presented in its simple and hardy form, as well as an example of its performance for the case of a hand-move sprinkler irrigation system.

Index Terms: "Chemigation" chemical products, irrigation, system, sprinkler, hand-move and injection.

RESUMO

A "Quimigação" - aplicação de produções químicas via água de irrigação - promove inúmeros benefícios, entre eles, redução no custo, aumento da eficiência de aplicação, maior flexibilidade nas operações culturais, maior segurança e redução da contaminação do meio ambiente. O desenvolvimento de um aplicador portátil de produtos químicos baseou-se na equação de energia e no tubo de Pitot. É apresentado o protótipo do equipamento em sua forma simples, robusta, e também um exemplo de seu desempenho para o caso de um sistema de aspersão com laterais portáteis.

Temos para indexação: quimigação, produtos químicos, sistema de irrigação, aspersão, laterais portáteis e injeção.

INTRODUÇÃO

O sucesso da aplicação de produtos químicos, via água de irrigação, em países onde a agricultura irrigada é desenvolvida, tem motivado agricultores de outras regiões, como no Brasil para utilizar tal tecnologia, que apresenta vantagens como economia mão-de-obra, boa uniformidade de aplicação, pouco contato do operador com os produtos e possibilidade de parcelamento de acordo com épocas críticas de necessidade da cultura, além de simplificar as práticas culturais e melhorar a eficiência de uso do produto, reduzindo os custos de produção.

O produto a ser aplicado (fertilizante, inseticida, fungicida ou herbicida) deve ser veiculado na água para que

possa ser injetado na tubulação. Os métodos pressurizados de irrigação (aspersão e localizado) são os que mais se prestam à aplicação de produtos químicos, pelo fato de ser a água conduzida aplicada através de condutos fechados e sob pressão, permitindo o melhor controle.

No Brasil, existe carência de informações sobre equipamentos de injeção e modo de aplicação, entre outros itens. Com o objetivo de oferecer alternativas adicionais à agricultura irrigada, desenvolveu-se um aplicador portátil, de constituição simples, fácil manejo, eficaz e de baixo custo.

Princípios Básicos de Funcionamento

O escoamento permanente de um líquido entre dois pontos (1 e 2), ao longo de um conduto sob pressão, pode ser descrito pela equação da energia, ilustrada pela Figura 1 e apresentada a seguir:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + hf \quad (1)$$

onde:

Z = carga de posição ou potencial

P/γ = carga de pressão ou altura piezométrica

$\frac{V^2}{2g}$ = carga de velocidade ou taquicarga

hf = perda de carga entre 1 e 2.

Estando o trecho da tubulação na horizontal, a carga de posição é a mesma nos dois pontos, ou seja, $Z_1 = Z_2$. Simplificando-se a Equação 1 tem-se:

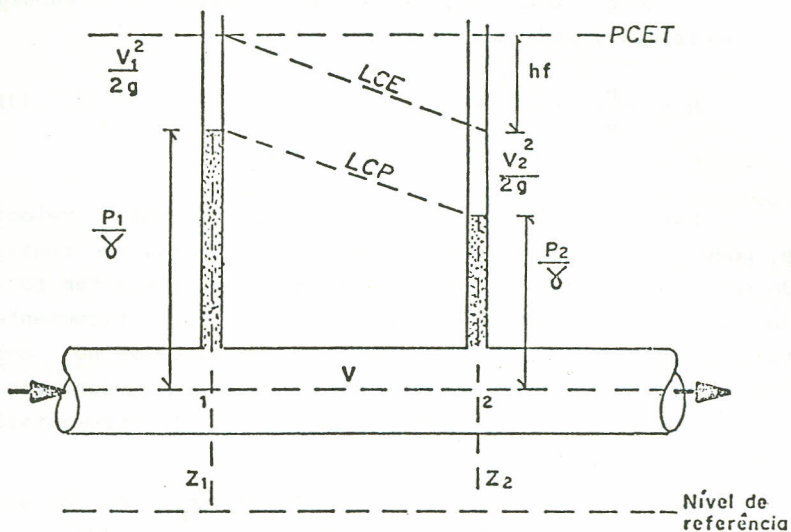


Figura 1 - Esquema gráfico da equação da energia

PCET: Plano de Carga Energética Total

LCE: Linha de Carga Energética

LCP: Linha de Carga Piezométrica

NR: Nível de Referência

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + hf \quad (2)$$

A energia total, h , existente num ponto da tubulação na horizontal, pode ser expressão por:

$$h = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Essa energia, h , resultante da pressão mais a velocidade, pode ser medida por meio de um tubo de Pitot, que consiste de um tubo delgado, em "L", cuja extremidade curva tem forma de cone truncado e é introduzida na tubulação, firmemente fixada, de modo que o prolongamento da curva situe-se no centro do conduto e contrário ao sentido do escoamento, conforme mostra a Figura 2. Nessa posição, o tubo de Pitot apresentará uma coluna líquida com altura h .

Quando se instala um tubo de Pitot invertido, ou seja, com o prolongamento da curva direcionado no sentido do escoamento, cria-se um efeito negativo da carga de velocidade e a coluna que se forma no tubo passa a ser equivalente a:

$$h = \frac{P}{\gamma} - \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Associando-se dois tubos de Pitot, com posições invertidas, um contra e outro, no sentido do escoamento (Figura 3) cria-se um gradiente entre os dois pontos, em consequência da transformação da carga de velocidade em carga de pressão no ponto 1.

Considerando-se que o diâmetro da tubulação é constante e que os tubos de Pitot situam-se muito próximos um do

IX CONIRD

IX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

outro, pode-se adotar $V_1 = V_2$ e $P_1 = P_2$. Se se chamar de h_1 a energia no ponto 1 e de h_2 aquela no ponto 2, a diferença de energia entre os tubos de Pitot, Δh , será determinada pela combinação das equações (3) e (4), tendo-se:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \left(\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}\right) - \left(\frac{P}{\gamma} - \frac{V^2}{2g}\right) = 2 \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

Essa diferença de pressão, equivalente ao dobro da carga de velocidade, propicia a criação de um gradiente positivo de energia, quando se conecta o par de tubos de Pitot da Figura 3 a um tanque de solução hermético, o que permite injetar esta solução na linha, principal ou lateral, de irrigação.

Descrição do Modelo

O aplicador ora apresentado foi desenvolvido com base nas propriedades anteriormente discutidas. A Figura 4 mostra o modelo do aplicador em perspectiva.

O tanque de solução é constituído de um latão de lei te, comumente encontrado no comércio. Os tubos de Pitot são confeccionados com uma haste, um cotovelo e um segmento de tubo de 5 cm, todos em aço galvanizado. Estes são fixados, por solda, a um segmento de tubulação, com engate rápido e à base do tanque. A entrada e saída de líquidos no tanque são controlados por registros de esfera, instalados na haste de cada tubo de Pitot.

Foram soldadas barras à base do tanque e o segmento de tubulação, com terminais pontiagudos, formando uma base de sustentação, de modo a permitir que o tanque e o trecho de tubulação se tornem uma unidade compacta, portátil, de fácil manuseio no campo.

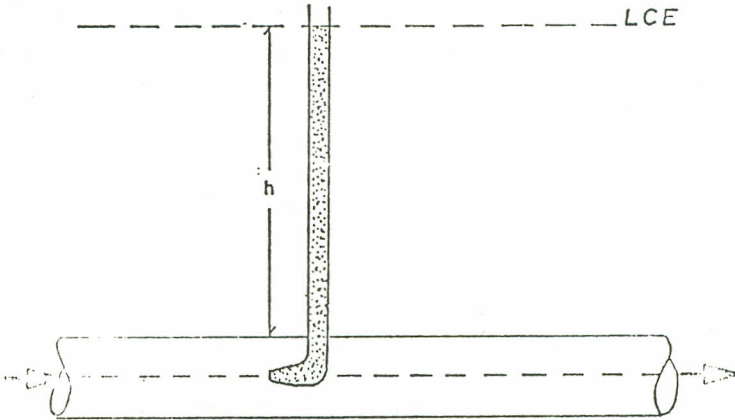


Figura 2 - Esquema gráfico de um tubo de Pitot

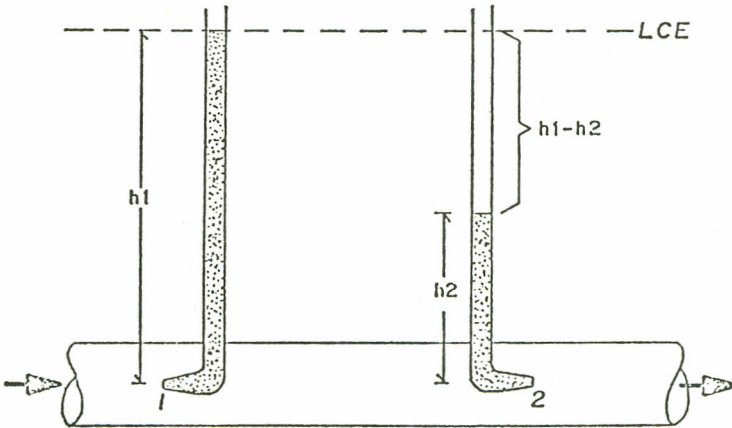


Figura 3 - Esquema gráfico de um par de tubo de Pitot

A tampa do latão é soldada no local e recebe o reforço de uma chapa de ferro, para aumentar a resistência à pressão. No centro da tampa, é introduzida e soldada uma luva, com bujão rosqueado, para permitir o abastecimento do tanque. Uma saída com registro, localizada no centro da base do tanque, permite eventuais descargas do mesmo.

As peças utilizadas no modelo apresentado são mostradas na Figura 4.

Operação

Uma vez conhecida a quantidade do produto a ser aplicado, de cada vez, deposita-se o mesmo no interior do tanque e completa-se com água, ou prepara-se separadamente a solução, para depois abastecer o tanque, tendo-se sempre o cuidado de verificar se os registros estão perfeitamente fechados. Após colocada a solução dentro do tanque, veda-se o mesmo com o bujão.

A aplicação da solução inicia-se com a abertura simultânea dos registros, de entrada e saída. Ao final da operação, fecham-se os registros, abrindo-se, em seguida, o registro de descarga para o esvaziamento do tanque.

Para reiniciar o processo, fecha-se o registro de descarga e abre-se o bujão, para reabastecimento.

A entrada de água no tanque, a partir da linha, com consequente injeção de solução na mesma linha, altera a concentração do soluto no tanque, que se reduz com o tempo, até que o produto tenha sido injetado e portanto aplicado pelo sistema de irrigação.

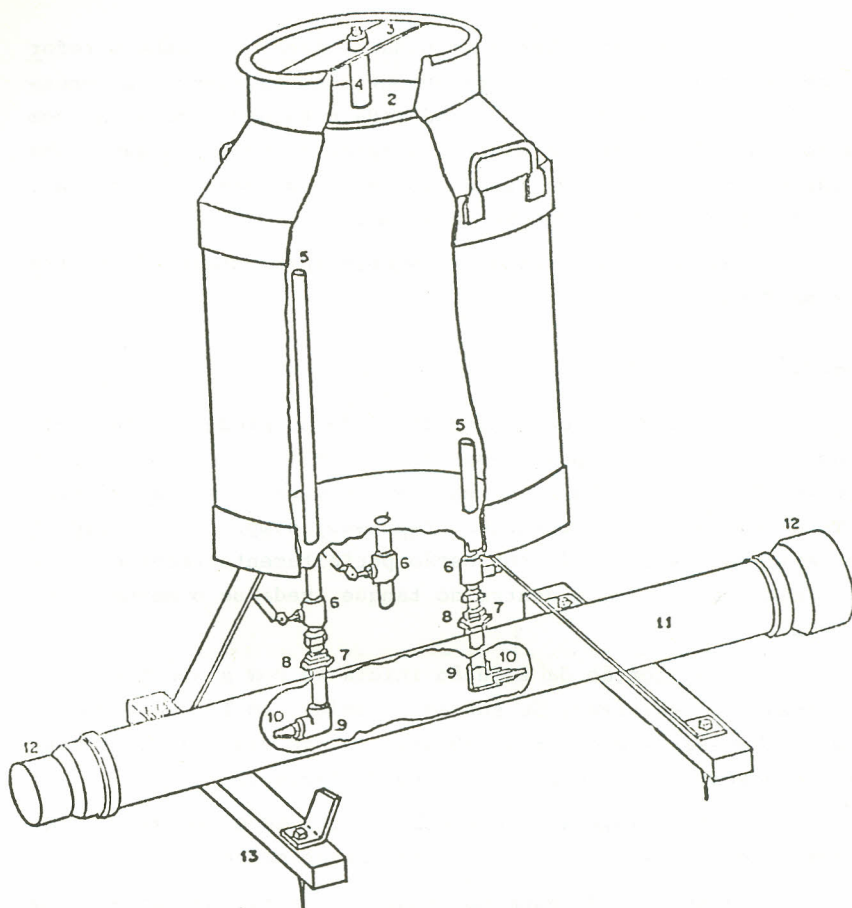


Figura 4 - Aplicador portátil de Produtos químicos

IX CONIRD

IX CONIRD

IX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

LISTA DE PEÇAS UTILIZADAS NO APLICADOR PORTÁTIL

Identificação	Denominação	Quantidade	Diâmetro e/ou espessura
1	Latão de leite	1	25 l
2	Chapa metálica	400 cm ²	3 mm
3	Bujão	1	1.1/4"
4	Luva	1	1.1/4"
5	Cano Galvanizado	100 cm	1/2"
6	Registro (esfera)	3	1/2"
7	Luva de união	2	1/2"
8	Nípel	2	1/2"
9	Joelho	2	1/2"
10	Tupo Pitot	2	1/2"
11	Tubo de aço zin- cado	80 cm	3"
12	Engate rápido	1 par	3"
13	Base metálica	1 conjunto	3 mm

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes foram conduzidos no CNPMS, em Sete Lagoas, utilizando-se um conjunto eletrobomba de 15 CV, operando com vazão de $38,21 \text{ m}^3/\text{h}$ e altura manométrica aproximada de 48 mca, a 3470 rpm. A linha principal tinha 108 mm de diâmetro, alimentando uma lateral de 89 mm, à qual se conectou o aplicador. Foram empregados 10 aspersores de bocal $5,0 \times 6,5 \text{ mm}$, operando a uma pressão de 30 mca, com vazão média de $3,82 \text{ m}^3/\text{h}$ por aspersor. O volume total aplicado foi medido por um hidrômetro de 80 mm de diâmetro, instalado no início da lateral.

Utilizou-se uma solução de Cloreto de Potássio (KCl), onde a concentração inicial de K era de 65.000 ppm. Testou-se a variação da concentração dentro do tanque do aplicador e também ao longo da linha lateral, ou seja, em cada aspersor, a intervalos de 1 a 5 minutos.

A Figura 5 mostra a variação da concentração de K dentro do tanque. Verifica-se que, nos primeiros 4 minutos, houve um decréscimo de 65.000 para 6760 ppm, atingindo 1560 aos 6 minutos, o que equivale à aplicação de 97,6% do produto. Após 10 minutos, a concentração praticamente se estabilizou em 390 ppm, equivalendo a 99,6% de aplicação, considerada como aplicação completa.

A variação de concentração na linha lateral, ao longo do tempo, é apresentada no Quadro 1 e ilustrada pela Figura 6. Observa-se que, no primeiro minuto (T1), os 5 primeiros aspersores apresentavam concentrações em torno de 700 ppm, enquanto os outros cinco aspersores apresentavam concentrações entre 0 e 82 ppm. No segundo minuto (T2), verificou-se uma concentração superior a 650 ppm nos 8 aspersores iniciais e inferiores

a 1 ppm nos últimos. No terceiro minuto (T3) a concentração no aspersor nº 9 já atingia 300 ppm, restando apenas o último com valor inferior a 1 ppm.

A partir de 4 minutos de operação (T4), nota-se uma inversão na sequência, estando o primeiro aspersor com 167 ppm e o último com 660 aproximadamente. No 5º minuto (T5), os primeiros 6 aspersores apresentaram concentrações inferiores a 100 ppm, aumentando nos últimos 4, registrando-se 679 ppm no 10º aspersor. A inversão do padrão continuou no 6º e 7º minutos (T6 e T7).

A distribuição das concentrações apresenta certa "simetria" até ao redor do 7º minuto, chegando aos 10 minutos com uma concentração estabilizada nas proximidades de 8 ppm para todos os aspersores, à exceção do nº 10, o qual se nivela com os outros aos 12 minutos.

Essa análise do Quadro 1 e Figura 6 permite verificar que, ao final de aproximadamente 10 minutos, a aplicação pode ser considerada uniforme, em face da "compensação" observada entre os aspersores.

Isso pode ser confirmado pelo Quadro 2, onde são apresentados resultados, em peso de produto aplicado, para cada aspersor, ao longo do tempo. Mostram-se também valores acumulados, em peso e percentual, entre 0 e 10 minutos, entre 10 e 20 e entre 20 e 60 minutos, bem como os totais aplicados por aspersor.

Os resultados obtidos permitem concluir que a aplicação do produto, pelos aspersores, tem distribuição satisfatória, completando-se ao redor de 10 minutos de operação.

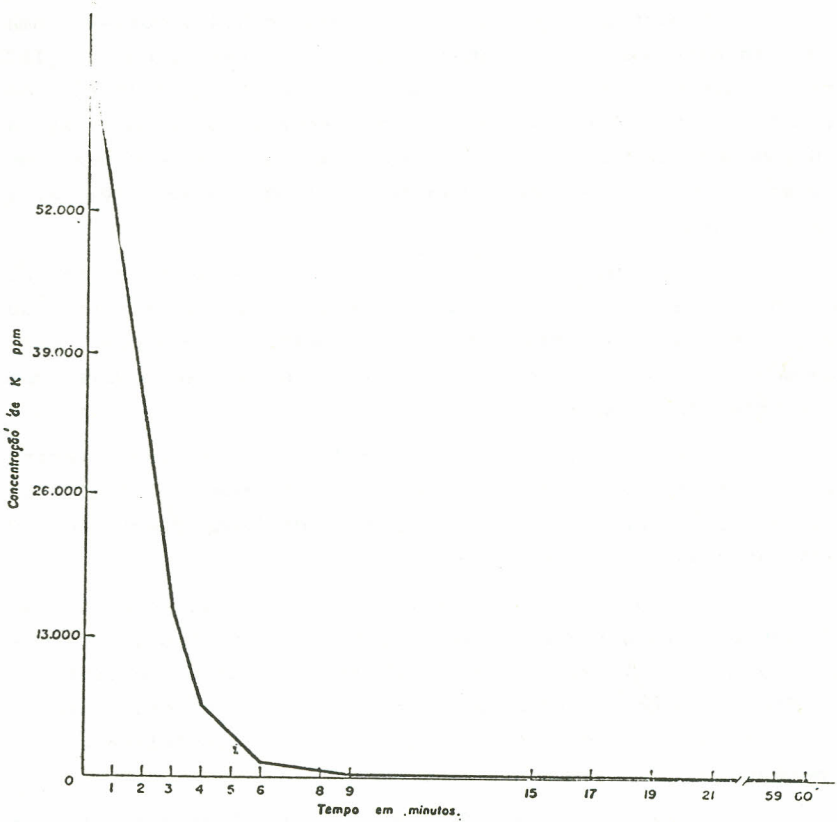


Figura 5 - Concentração de K(ppm) versus tempo(min.) variando no interior do tanque de aplicação.

Quadro 1 - Valores de concentração (ppm) da solução aplicada, por aspersor, ao longo do tempo.

TEMPO (min)	ASPERSOR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	735,73	707,32	688,38	697,53	697,85	82,30	1,49	0,73	0,92	0,73
2	678,91	707,32	669,44	669,44	688,38	697,85	697,85	697,85	0,92	0,82
3	678,91	678,91	641,03	678,91	669,44	697,85	707,32	707,32	300,11	659,97
4	167,53	271,70	394,81	527,39	669,44	688,38	707,32	697,85	650,50	659,97
5	16,75	23,38	30,01	48,00	58,42	91,77	243,29	593,68	603,15	678,91
6	12,28	12,38	14,18	14,18	12,02	16,26	21,49	48,00	214,88	650,50
7	11,15	12,38	13,04	13,13	12,94	12,57	12,76	14,65	22,44	356,93
8	9,91	8,40	9,63	10,39	10,29	11,33	12,47	12,94	12,38	37,59
9	8,30	8,87	8,78	8,49	8,97	8,49	8,78	9,91	11,90	16,26
10	7,45	7,83	7,36	8,78	7,83	7,74	8,59	8,30	8,97	14,08
12	6,51	5,94	6,22	7,45	6,41	6,60	6,69	6,79	7,74	9,06
14	5,37	5,37	5,75	5,65	5,46	5,94	6,03	5,65	6,51	6,98
16	4,42	4,04	5,08	4,80	4,61	4,61	5,27	5,08	5,37	6,13
18	3,38	3,47	3,66	3,57	3,76	3,66	3,85	4,04	4,33	5,18
20	2,62	3,66	2,72	4,04	2,72	2,91	3,00	3,00	3,38	4,14
25	1,68	1,77	1,86	2,24	1,77	1,77	1,96	1,77	1,86	2,34
30	1,39	1,49	1,49	1,77	1,30	1,39	1,49	1,39	1,68	1,58
35	1,30	1,68	1,30	1,20	1,20	1,20	1,30	1,11	1,30	1,30
40	1,11	1,11	1,20	1,11	1,11	1,11	1,11	1,01	0,92	1,36
45	1,11	1,39	1,20	1,01	1,01	1,11	1,20	1,01	1,20	1,49
50	1,01	1,11	1,11	1,01	1,01	1,01	1,11	1,01	1,58	1,20
55	1,11	1,20	1,11	1,11	1,01	1,01	1,01	0,92	1,01	1,01
60	1,01	1,01	1,11	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,20

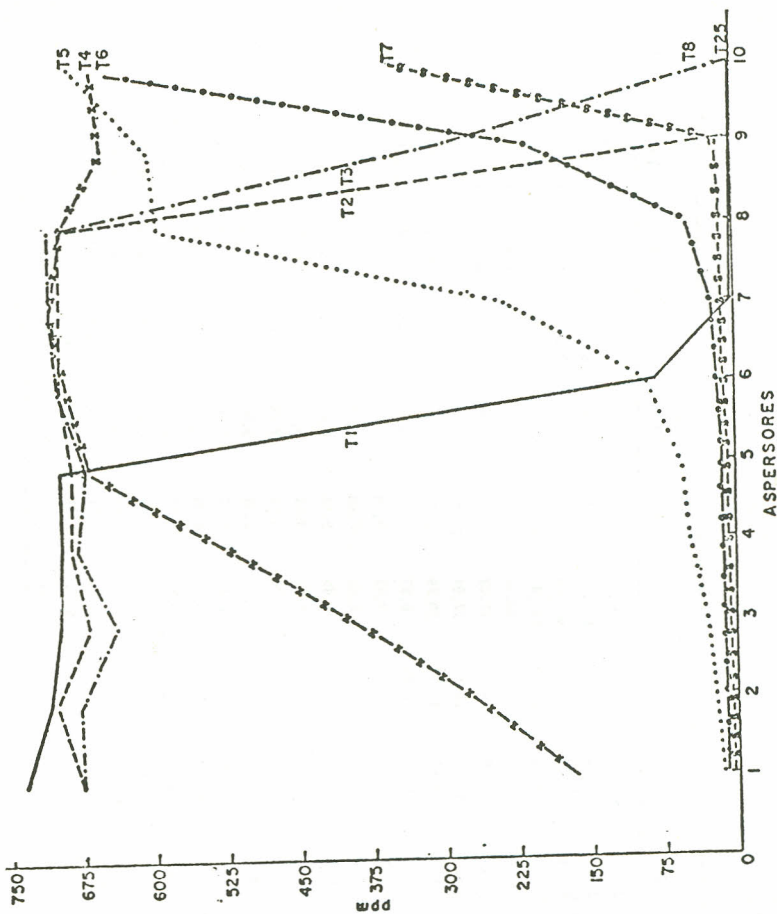


Figura 6 - Curvas de concentração (ppm) da solução aplicada, por aspersor, após diferentes tempos (min.)

Quadro 2 - Variação nas quantidades de (g) aplicadas por aspersor versus tempo (min.) e valores acumulados (g e %).

QUADRO 2 - Variação nas Quantidades (g) Aplicadas por Aspersor Versus Tempo (min.) e Valores Acumulados (g e %)

Tempo (min.)	ASPERSOR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	46,85	45,05	43,83	44,44	44,44	5,24	0,09	0,05	0,06	0,05
2	43,23	45,05	42,63	45,81	43,83	44,44	44,44	44,44	0,06	0,05
3	43,23	43,23	40,82	43,23	42,63	44,44	45,05	45,05	19,1	0,06
4	10,66	17,30	25,14	33,55	42,63	43,83	45,05	44,44	41,42	42,03
5	1,06	1,48	1,91	3,05	3,72	5,84	5,49	37,80	38,41	43,23
6	0,78	0,78	0,90	0,90	0,76	1,03	1,36	3,06	13,68	41,42
7	0,71	0,78	0,83	0,83	0,82	0,80	0,81	0,93	1,42	22,73
8	0,63	0,53	0,61	0,66	0,65	0,72	0,79	0,82	0,78	2,39
9	0,52	0,56	0,55	0,54	0,57	0,54	0,56	0,63	0,76	1,03
10	0,47	0,49	0,46	0,55	0,49	0,49	0,55	0,53	0,57	0,89
g +	148,19	155,29	157,72	171,66	180,58	147,40	154,20	177,76	116,30	153,89
% +	96,16	96,10	96,16	96,29	96,82	96,03	96,00	96,69	94,44	95,26
12	0,82	0,75	0,79	0,94	0,81	0,84	0,85	0,86	0,98	1,15
14	0,68	0,86	0,73	0,71	0,69	0,75	0,76	0,71	0,82	0,88
16	0,56	0,51	0,64	0,61	0,58	0,58	0,67	0,65	0,68	0,78
18	0,43	0,44	0,46	0,45	0,47	0,46	0,49	0,51	0,55	0,65
20	0,33	0,46	0,34	0,51	0,34	0,37	0,38	0,38	0,43	0,52
g +	2,84	2,86	2,98	3,24	2,92	3,02	3,16	3,12	3,48	0,40
% +	1,84	1,77	1,81	1,82	1,56	1,96	1,96	1,70	2,82	2,48
25	0,53	0,56	0,59	0,71	0,56	0,56	0,62	0,56	0,59	0,74
30	0,44	0,47	0,47	0,56	0,41	0,44	0,47	0,44	0,53	0,50
35	0,41	0,53	0,41	0,38	0,38	0,38	0,41	0,35	0,41	0,41
40	0,35	0,35	0,38	0,35	0,35	0,35	0,35	0,32	0,29	0,41
45	0,35	0,44	0,38	0,32	0,32	0,35	0,38	0,32	0,38	0,47
50	0,32	0,35	0,35	0,32	0,32	0,32	0,35	0,32	0,50	0,38
55	0,32	0,33	0,35	0,32	0,32	0,32	0,32	0,29	0,32	0,32
60	0,32	0,32	0,35	0,35	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,35
g +	3,06	3,42	3,30	3,35	2,99	3,06	3,24	2,93	3,30	3,63
% +	1,98	2,12	2,01	1,88	1,60	1,99	2,02	1,59	2,73	2,25
Total (g)	154,09	161,58	164,01	178,27	186,50	153,48	160,61	183,82	123,14	151,54

IX CONIRD

IX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

LITERATURA CITADA

COSTA, E.F.; FRANÇA, G.E. & ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizantes via ação de irrigação, Inf. Agropec., Belo Horizonte, (139):1-112, 1986.

HENDERSON, D.W. Water Science 110 B. University of California, 1977 (Notas de aula).

LINSLEY, R. K. & FRANZINI, J.B. Water resources engineering. New York, McGraw-Hill, 1972, 690p.

MCCULLOCH, A.N. & SCHRUNK, J.F. Sprinkler irrigation. Washington, D.C., sprinkler Irrigation Association, 1969, 444p.

VENNARD, J.K. & STREET, R.L. Elementary fluid mechanics. New York, J. Wiley, 1975, 740p.