

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO FERTILIZANTE NA REDE HIDRÁULICA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NUM PLANTIO DE UVA (*Vitis vinifera* L)

MANUEL A. NAVARRO VÁSQUEZ¹, EDILZA M. FELIPE VÁSQUEZ², RICARDO ESMERALDO PONTES³, CLAUDIO FACUNDO⁴, DANIEL MARTINS DE OLIVEIRA⁵

^{1,2}Professor Doutor do Curso de Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade Tecnológica, CENTEC, Juazeiro do Norte - CE, (0XX88) 3566.4045, e-mails: manava98@yahoo.com, edilza99@yahoo.com; ³Tecnólogo, Recursos Hídricos em Irrigação, Bolsista CNPq; ⁴Estudante, Recursos Hídricos em Irrigação, Faculdade Tecnológica, CENTEC, Juazeiro do Norte - CE, ⁵Tecnólogo, Recursos Hídricos em Irrigação, Sítio Barreiras.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar a uniformidade de aplicação de água e solução fertilizante através de medidas de condutividade elétrica para diferentes tempos de aplicação e distâncias do ponto de injeção, numa rede de tubulações de um sistema de irrigação por microaspersão, numa plantação de uva sem semente. A solução fertilizante foi preparada com 10 kg de sulfato de potássio diluído em 100 L de água de irrigação, dando uma condutividade elétrica da calda fertilizante de 872,33 mS cm⁻¹. O sistema de irrigação apresentou coeficiente de variação média de 0,122, e os coeficientes de uniformidade de aplicação estiveram entre boa e muito boa (0,89, 0,84 e 0,87); assim mesmo a solução fertilizante teve coeficiente de variação média de 0,053 e todos os demais índices de desempenho foram muito boas (0,96, 0,94 e 0,95). Percebe-se, que os tempos de início e fim da aplicação da solução fertilizante e o distanciamento ao ponto de aplicação, influenciam na condutividade elétrica e conseqüentemente na concentração de fertilizante da água de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Condutividade elétrica, rede hidráulica, uniformidade.

ELECTRIC CONDUCTIVITY OF FERTILIZER SOLUTION IN HYDRAULIC NET THE MICRO-SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM IN CROP GRAPES (*Vitis vinifera* L)

ABSTRACT: The objective was to determine the uniformity of application of water and fertilizer solution through measures of electric conductivity for different times of application and distances the injection point, in hydraulic net of the micro-sprinkler irrigation system in crop grapes. The fertilizer solution was prepared with 10 kg of potassium sulfate diluted in 100 L of irrigation water, what electric conductivity of fertilizer solution of 872,33 mS cm⁻¹. The irrigation system presented coefficient of medium variation of 0,122, and the coefficients of application uniformity were between good and very good (0,89, 0,84 and 0,87); even so the fertilizer solution had coefficient of medium variation of 0,053 and all the other performance indexes were very good (0,96, 0,94 and 0,95). The times at the beginning and end of the application the fertilizer solution and the estrangement to the application point, influence in the electric conductivity and consequently in the concentration of fertilizer in irrigation water.

KEYWORDS: Electric Conductivity, hydraulic net, uniformity.

INTRODUÇÃO: A aplicação de produtos químicos e biológicos na lavoura via água de irrigação é uma técnica utilizada nos Estados Unidos da América desde a década de 50 (Stone *et al*, 1994). Apesar dos sistemas de fertirrigação experimentarem um desenvolvimento exponencial, na maioria dos casos a aplicação dos fertilizantes se faz com os sistemas de irrigação mais avançados e ainda se seguem utilizando as idéias tradicionais de fertilização. Cupery (1987) informa que a variabilidade da aplicação de produtos químicos e biológicos é usualmente avaliada por meio do coeficiente de variação, o qual representa o desvio padrão de uma amostra de valores expresso como porcentagem de sua média e depende não somente dos equipamentos, matérias e condições de operação durante o teste, mas também da área, tempo da amostragem e das próprias amostras. Ao se calcular as doses de aplicação de produtos químicos na água de irrigação não se devem superar os valores admissíveis de salinidade e toxicidade, diferentes para cada cultura. Para Maas & Hoffman (1976), a tolerância aos sais da cultura de uva é de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, e experimenta uma redução de sua produção relativa em 9,5% por unidade de aumento em salinidade do solo mais além do nível crítico, caracterizando-lhe como uma cultura medianamente susceptível a salinidade. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo determinar a uniformidade de aplicação de água e solução fertilizante através de medidas de condutividade elétrica para diferentes tempos de aplicação e distâncias do ponto de injeção, numa rede de tubulações de um sistema de irrigação por microaspersão, numa plantação de uva sem semente.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido numa plantação de uva sem semente, da variedade Thompson, pertencente à Fazenda Sitio Barreiras, localizada no município de Missão Velha –CE. Para a realização do ensaio foi ativada uma válvula volumétrica desde o cabeçal de controle fornecendo água a dois trechos do sistema de irrigação, totalizando $5.407,5 \text{ m}^2$ de área irrigada, através de tubulações de PVC rígido com diâmetros nominais de 100mm, 75mm e 50 mm, e mangueiras de polietileno flexível de baixa densidade com diâmetro nominal de 16mm. O sistema de irrigação foi tipo microaspersão, com uma linha de emissores para cada faixa de plantio, com um emissor para cada planta, numa disposição de 3,5 m entre faixas e 2,5 m entre emissores. O emissor foi autocompensante com vazão de fabricação de 36 L h^{-1} , operando a uma pressão de serviço de 196,1 kPa, para um raio de molhamento de 2,10 m. A solução fertilizante foi preparada com 10 kg se sulfato de potássio diluído em 100 L de água de irrigação, dando uma condutividade elétrica da calda fertilizante de $872,33 \text{ mS cm}^{-1}$. A razão de injeção da solução fertilizante foi ajustado para 1:63 (1 parte de solução fertilizante para 63 partes de água de irrigação). O circuito preparado para determinar a uniformidade da irrigação e da aplicação de fertilizante foi composto de 9 linhas laterais alternadas em cada trecho, localizados a 1/3, 2/3 e 3/3 da linha de derivação e 1/2 da linha lateral que portava o emissor, totalizando 12 pontos de observação a diferentes distâncias do ponto de injeção. Quinze minutos após a ligação do sistema de irrigação foi iniciada a fertirrigação que teve duração de 17 minutos. Com base nos volumes coletados e as correspondentes medidas de CE da água de irrigação, determinou-se os coeficientes de uniformidade do sistema de irrigação e fertirrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentadas as médias, desvios e coeficientes de uniformidade de vazão e condutividade elétrica da solução fertilizante para todas as posições dos emissores avaliados. Verifica-se que as vazões dos emissores estão compreendidas entre 25,20 e $37,50 \text{ L h}^{-1}$, sendo seu valor médio de $31,22 \text{ L h}^{-1}$. Solomon (1985) manifesta que os fatores que afetam a uniformidade de aplicação de água seguem a seguinte ordem: obstruções, coeficiente de variação de fabricação, expoente de descarga do emissor, sensibilidade do emissor à temperatura, variações de pressão, etc. O CVF observado foi de 0,122, este valor segundo Hillel (1982) está enquadrado na categoria média. O CUC foi de 0,89. Segundo Bernardo (1985), o valor mínimo admissível de CUC e de 0,8 para irrigação localizada. A UD foi de 0,84. Segundo Botrel & Frizzone (1996), este valor se enquadra na categoria de uniformidade boa. A UEs foi de 0,87. Segundo Bralts & Kesner (1983) este valor se enquadra na categoria de uniformidade muito boa. Para Grobbelar & Lourens (1985) e Threadgill (1990), o Coeficiente de Uniformidade de aplicação na prática da fertirrigação deve ser superior a 0,8. Na mesma tabela verifica-se que os valores mínimo, médio e máximo de CE da água de irrigação durante o tempo de aplicação da solução fertilizante, foram de 10,58, 15,12 e $14,26 \text{ mS cm}^{-1}$, respectivamente. De igual modo os valores de CVF, CUC, UD e UEs seguindo a mesma metodologia de cálculo para a uniformidade da irrigação foi de 0,053, 0,96, 0,94 e 0,95, respectivamente. Vale lembrar que dentre os fatores que afetam a uniformidade de distribuição de nutrientes podem ser

aceitos o indicados por Rolston *et al.* (1981), que são a concentração da solução a ser injetada, o tempo de aplicação, a solubilidade e a pureza dos produtos.

Tabela 1. Medidas de uniformidade de vazão e da condutividade elétrica da solução fertilizante. Coeficiente de Variação de Fabricação (CVF), Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Uniformidade de Distribuição (UD) e Uniformidade Estatística (UEs).

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Médio	Desvio Padrão	CVF	CUC	UD	UEs
Vazão (L h ⁻¹)	25,20	37,50	31,22	3,28	3,79	0,122	0,89	0,84	0,87
CE (mS cm ⁻¹)	10,58	15,12	14,26	0,51	0,76	0,053	0,96	0,94	0,95

A Figura 1 apresenta os resultados da Condutividade Elétrica da água de irrigação (CEa) para diferentes tempos desde o início até o final da fertirrigação, ao longo da rede de tubulações. Observa-se que para o tempo 0 – 1 minuto de início da fertirrigação (minf), não se detectaram variações na CEa com o comprimento total de percurso na rede de tubulações sendo o mesmo valor de CE encontrado para a água armazenada no reservatório, com média de 0,72 mS cm⁻¹; de 3 – 4 minf, a CEa registrada teve um pico máximo para a distância mais próxima do ponto de aplicação da solução fertilizante, com um valor de 14,78 mS cm⁻¹, para uma distância de 110,75 m de comprimento total da tubulação, observando um decréscimo acentuado até alcançar o valor de CE da água do reservatório aos 223 m de tubulação total. Já para o tempo de 6-7 minf, a CEa apresenta concentração máxima nos primeiros metros do ponto de aplicação, com valor de 16,4 mS cm⁻¹, apresentando, em seguida, um declínio suave até o comprimento de 239 m, e em seguida uma maior redução até valores de 4,5 mS cm⁻¹, no comprimento final. Para o tempo de 9-17 minf, se observa uma distribuição máxima e homogênea dos valores da CEa, apresentando valores estáveis do ponto de aplicação da solução fertilizante até o final da rede de tubulações, com média de 14,58 mS cm⁻¹. Dois minutos após a fertirrigação (minaf) ocorre uma inversão de valores da CEa. Os valores próximos aos da água do reservatório, com média de 0,17 mS cm⁻¹, foram observados até 216 m do ponto de injeção da solução fertilizante. A partir desta distância, a CEa começou a aumentar até valores de fertirrigação estável, coincidindo com o comprimento de 245 m, chegando a ser de 17 mS cm⁻¹ até o final do comprimento.

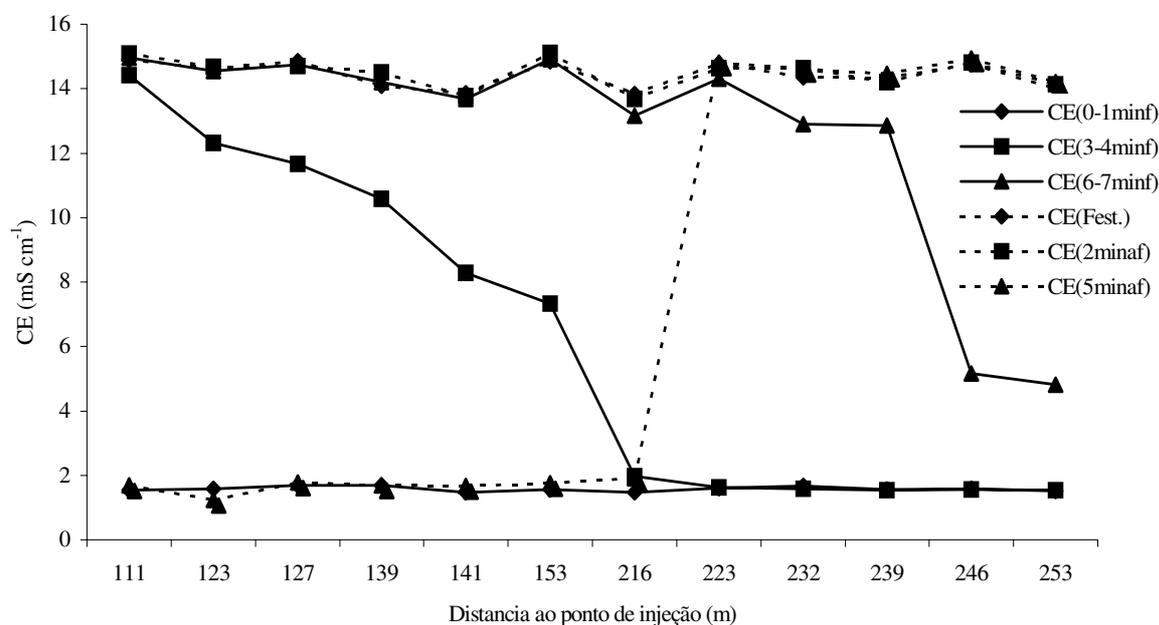


Figura 1. Condutividade elétrica da água de irrigação (CE, dS cm⁻¹) ao longo da rede de tubulações para os tempos de aplicação da solução fertilizante de 0 - 1, 3 - 4, 6 - 7 e 9 - 17 minutos de fertirrigação (minf) e de 1 - 2 e 4 - 5 minutos após a fertirrigação (minaf).

Já para 7 minaf, toda tubulação apresenta valores de CEa iguais aos registrados no reservatório, com média de 0,17 mS cm⁻¹, indicando que não existe mais produto fertilizante ao longo da tubulação. As

afirmações expostas concordam com Alves (1992) e Sampaio *et al.* (1997), que constataram, no início da fertirrigação, as concentrações de fertilizantes foram maiores nos primeiros emissores, o que se atribui ao tempo que a solução nutritiva gasta para chegar aos emissores finais até estabilizar a concentração. O valor máximo de CEa para o tempo de fertirrigação estável teve concentração aproximadamente 57 vezes menor que a solução fertilizante. Segundo Villas Boas *et al.* (1999) na prática da fertirrigação, a concentração da solução no reservatório pode chegar a ser 200 vezes maior que a solução que sai nos emissores.

CONCLUSÕES: O sistema de irrigação apresentou coeficiente de variação média de 0,122, e os coeficientes de uniformidade de aplicação estiveram entre boa e muito boa (0,89, 0,84 e 0,87); assim mesmo a solução fertilizante teve coeficiente de variação média de 0,053 e todos os demais índices de desempenho foram muito boas (0,96, 0,94 e 0,95). Percebe-se, que os tempos de início e fim da aplicação da solução fertilizante e o distanciamento ao ponto de aplicação, influenciam na condutividade elétrica e conseqüentemente na concentração de fertilizante da água de irrigação. Após o tempo de 9 min. se observa uma distribuição estável máxima e homogênea dos valores da CE da água de irrigação, para todos os pontos de aplicação, com média de 14,58 mS cm⁻¹, sendo 57 vezes menor que a solução fertilizante.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq e a fazenda Sitio Barreiras, pelo auxílio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D. N. B. Desempenho da bomba injetora e do tanque de derivação de fluxo na aplicação de cloreto de potássio em microaspersão. Lavras, 1992. 72p. (Dissertação – mestrado) Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: Imprensa universitária, 1995. 657p.
- BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A. Ensaio e certificação de sistemas e equipamentos para irrigação. In: MIALHE, L. G. **Maquinas Agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: Fealq, 1996. p. 571-634.
- BRALTS, V. F.; KESNER C. D. Drip irrigation field uniformity estimation. *Transaction of the ASAE*. v. 26. n. 4. p. 1369 – 1374. 1983.
- CUPERY E. W. Application accuracy. In: WHORTER, C. G. M.; GEBHARDT, M. R. **Methods of applying herbicides**. West Clark: WSSA. 1987. cap. 5. p. 63– 4.
- GROBBELAR, H. L.; LOURENS, F. Fertilizer applications with drip irrigation. IN: INTERNATIONAL DRIP/TRICKLE IRRIGATION CONGRESS, 3., 1985, Fresno, California. “Proceedings”... Fresno: American Society of Agriculture Engineers, 1985. p. 405-410.
- HILLEL, D. **Advances in irrigation**. New York: Academic Press. 1982. v. 1. 302p.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: Evaluation of existing data. In: PROC. INTERNAT SALINITY CONFERENCE, Lubbock, Texas, 1976. p.187-198.
- ROLSTON, D. E.; RAUSCHKOLB, R. S.; PHENE, C.; MILLER, R. J.; URIU, K.; CARLSOR, M. & HANDERSON, D. W. Applying nutrients and other chemicals to trickle – irrigated crops. University of California, Division of agricultural Science, Bulletin, 1981, 14p.
- SAMPAIO, S. C.; FARIA, M. A. de.; LIMA, L. A.; OLIVEIRA, M. S. de. & SILVA, A. M. da. Spatial and temporal distribution of potassium chloride in a lateral line employing fertilizer tank and injector Pump. *Engenharia Rural*, Piracicaba, v.8, n.1, p.31-41, 1997.
- SOLOMON, K. L. Global uniformity of trickle irrigation system. **Transaction of the ASAE**. v. 28. n. 4. p. 1151 – 1158. 1985.
- STONE, K. C.; STANSELL J. R.; YOUNG, J. R. Insecticide distribution through an irrigated corn canopy. **Transaction of the ASAE**. v. 37. n. 1. p. 135 – 13. 1994.
- THREADGILL, E. D.; EISENHAUER, D. E.; YOUNG, J. R. & BAR – YOSEF, B. Chemigation. IN: HOFFMAN, G. J.; HOWELL, T. A.; SOLOMON, K. H., ed. Management of farm irrigation systems. St. Joseph: ASAE, 1990. v.20, p. 749-775.
- VILAS BÔAS, R. L.; BÜELL, L. T.; FERNANDES, D. M. Fertilizantes em fertirrigação, In: FERTIRRIGAÇÃO: CITRUS, FLORES, HORTALIÇAS. Guaíba, Agropecuária, 1999. p.294.