

DISTRIBUIÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NO SOLO PARA O DIMENSIONAMENTO DO BULBO MOLHADO

CLAUDINEI F. SOUZA¹, MARCOS V. FOLEGATTI², THOMAS H. C. DAROZ³, CLAUDIO R.
SILVA⁴

¹Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Taubaté, UNITAU, Taubaté, SP, (012) 225.4297 e Pós-doutorando Esalq-USP, e-mail: claudinei@unitau.br, home page: www.claudineifsouza.hpg.com.br.

²Prof. Associado do Depto. Engenharia Rural, Esalq/USP, Piracicaba-SP.

³Graduando em Engenharia Agrônômica, Depto. Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Bolsista CNPq, Embrapa Meio-Norte

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

RESUMO: Em virtude da potencialidade do sistema de irrigação por gotejamento, aliado à necessidade de pesquisas com culturas irrigadas por esse sistema, tem sido crescente a demanda de informações nessa área. Isto se deve, sobretudo, para o dimensionamento e manejo desse sistema de irrigação. Este trabalho teve por objetivo estudar a distribuição e o armazenamento da água no solo para o dimensionamento e manejo da irrigação por gotejamento. Para atingir esse objetivo, estudou-se a formação do bulbo molhado, avaliando-se os efeitos da relação água-solo que possam afetar a distribuição e o armazenamento da água no solo em função do tempo usando a técnica da TDR. O ensaio foi realizado em condições de solo deformado, sendo aplicado 1 L de água a cada uma hora até a frente de molhamento tocar no fundo do recipiente, por meio de gotejadores com diferentes vazões (2, 4 e 8 L/h). Encontraram-se critérios que permitem proporcionar informações básicas para o dimensionamento e manejo da irrigação por gotejamento. Estes fatores permitem um melhor aproveitamento da irrigação.

PALAVRAS CHAVES: irrigação por gotejamento, bulbo molhado, Sonda de TDR.

SOIL WATER DISTRIBUTION AND STORAGE FOR WETTED VOLUME DESIGN

ABSTRACT: Due to the high economic potential of the drip irrigation system, added to requirement for research about cultures irrigated by means of this system, there has been an increase in the need for information on this activity. This is especially due to the design and management of that irrigation system. This project's purpose was to study the soil wetted volume establishment, evaluating the effect of the water-soil relationship that may affect the soil water's distribution and storage. The rehearsal was accomplished in conditions of deformed soil, being applied 1 L of water every hour until the wetted front to reached the bottom of box, by emitters with different rate (2, 4 and 8 L/h). We found approaches that allow providing basic information for drip irrigation design and management. These factors allow a better irrigation use.

KEYWORDS: drip irrigation, wetted bulb, TDR probe.

INTRODUÇÃO: Dentre os vários sistemas, a irrigação por gotejamento tem sido crescentemente utilizada, principalmente pela sua maior eficiência no uso da água. A água é aplicada ao solo em pequenas quantidades, porém com alta frequência, diretamente sobre a região radicular, mantendo a umidade do solo, nessa região, próximo à capacidade de campo. Esta região é conhecida como bulbo molhado, de onde as raízes da planta irrigada absorvem facilmente água e nutrientes.

A estimativa adequada da distribuição e do armazenamento da água dentro do bulbo molhado é de fundamental importância para a determinação do número de emissores por planta e da sua localização em relação à planta ou fileira de plantas. A superestimativa da porcentagem de solo molhado reduz a eficiência do sistema onerando-o desde o superdimensionamento da estrutura hidráulica ao desperdício de água, energia e fertilizantes; enquanto que a subestimativa poderá acarretar riscos de estresse à cultura e promover a má distribuição do sistema radicular (Souza & Matsura, 2004). Testes em campo são sugeridos para gerar informações capazes de auxiliar na estimativa do dimensionamento do sistema de irrigação por gotejamento. Geralmente, testes de campo não são realizados devido ao tempo necessário, trabalho árduo, recursos e cuidados experimentais envolvidos, principalmente por ser recomendada a abertura de trincheiras. Assim, a prática se adianta à investigação científica e com isso surgem os problemas. Infelizmente, este fato tem implicado em prejuízos de produtividade e desestímulo ao uso da técnica do gotejamento por parte de alguns agricultores.

Considerando, que existe uma tendência internacional no uso da TDR para estudos da dinâmica da água no solo e uma deficiência de trabalhos realizados com solos brasileiros (Souza & Matsura, 2003), este projeto propõe estudar a formação do bulbo molhado, avaliando-se os efeitos da relação água-solo que possam afetar a distribuição e o armazenamento da água no solo em função do tempo utilizando a técnica da TDR. Acredita-se que o resultado dessa pesquisa poderá contribuir com aquisições de informações e critérios para o dimensionamento e manejo da irrigação por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS: O solo deformado, pertencente ao grande grupo Latossolo vermelho amarelo, foi coletado de uma camada superficial (0-0,30 m) no campo experimental da ESALQ/USP, após seco, foi peneirado em tamis de 2 mm e colocado no recipiente plástico (dimensões de 0,65 m de altura e 1,10 m de diâmetro) em camadas de 0,05 m que foram, a seguir, levemente compactadas de forma a reproduzir sua condição original de campo. Em cada recipiente, 36 sondas de TDR contínuas foram instaladas em um único eixo central para a estimativa da umidade do solo em todo bulbo molhado. As sondas de medição foram distribuídas simetricamente com espaçamento de 0,10 m, formando uma malha vertical e horizontal, de duas dimensões, onde cada sonda representa uma área de 0,01 m², promovendo “medidas pontuais” em duas direções a partir do emissor. Assim, observou-se a formação do bulbo molhado para as vazões de 2, 4 e 8 L/h aplicando-se 1 L de água a cada uma hora até a frente de molhamento tocar no fundo do recipiente. Um sistema com frasco de Mariote foi utilizado para manter a pressão no gotejador constante. O monitoramento da distribuição e armazenamento da água no solo foi realizado através das sondas de TDR após cada infiltração da água aplicada. A partir de uma única sonda pontual foi possível estimar a umidade no solo. Conseqüentemente, a dinâmica da água no solo foi monitorada em função do tempo e volume aplicado. Estas medições foram analisadas através do programa “Surfer 8.0”, o qual apresentou os perfis de distribuição da água durante todos os ensaios. Complementando o procedimento descrito acima, assumiu-se um volume de controle central dentro do bulbo molhado (0,50 x 0,50 x 0,40 m, respectivamente, comprimento, largura e profundidade) para efetuar uma análise de uniformidade de distribuição comparativa, entre os valores de umidades individuais estimadas dentro do volume de controle. Desta forma, os coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) foram calculados para as umidades estimadas após cada aplicação da água seguindo-se a metodologia adaptada por Ould Mohamed El-Hafedh et al. (2001), Wu & Gitlin (1983). Os resultados da distribuição e armazenamento da água permitiram obter informações sobre as dimensões do bulbo molhado para auxiliar no dimensionamento e manejo da irrigação por gotejamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentados os perfis de umidade do solo para as diferentes vazões, observados durante as aplicações da água no solo antes da frente de molhamento atingir o fundo da caixa de solo.

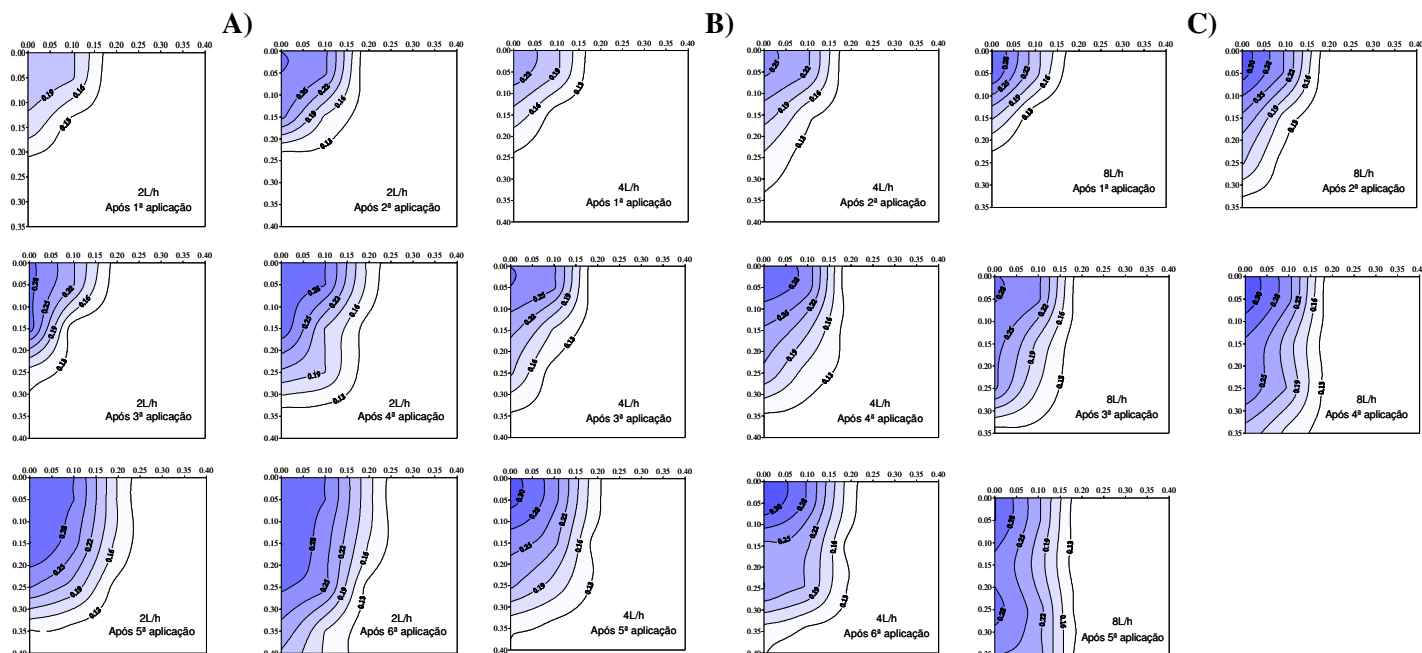


FIGURA 1. Comparação entre os perfis de umidade (m^3/m^3) ao final do processo de infiltração de aplicação da água no solo. A) vazão de 2 L/h; B) vazão de 4 L/h e C) vazão de 8 L/h.

Nos ensaios foi possível identificar o armazenamento da água no perfil de solo estudado (Tabela 1). O maior armazenamento ocorreu na camada de 0-0,10 m durante todas as aplicações da água no solo para as diferentes vazões e, em média, o ensaio 4 L/h armazenou maior volume de água nesta camada. O ensaio 2 L/h atingiu a 4ª camada (0,30 – 0,40 m) logo após a 3ª aplicação, o que demonstrou tendência de verticalização da distribuição da água para esta vazão. O monitoramento do ensaio de 8 L/h revelou uma mescla entre as tendências dos ensaios anteriormente citados, entretanto, observou-se um forte movimento da água para as camadas profundas em um curto período, sendo necessário apenas 4 aplicações para a frente de molhamento atingir o fundo da caixa de solo. Esses resultados demonstraram haver uma relação entre o armazenamento e o volume aplicado para a formação do bulbo molhado no qual, aumentando-se o volume aplicado, o armazenamento da água foi direcionado para camada mais profunda do perfil do solo. A relação entre o armazenamento e a taxa de aplicação apresentou uma tendência em aumentar a distribuição da água em camadas superiores, isso ocorreu com o incremento da vazão do gotejador. Porém, a vazão de 8 L/h expôs um armazenamento em camada profunda dentro do perfil do solo estudado. Uma hipótese para esse fenômeno pode ser baseada na relação taxa de aplicação e taxa de infiltração, uma vez que, rapidamente o disco saturado se ajustou em uma área 60 vezes superior aos discos saturado inicial medido para as demais vazões. Por outro lado, verifica-se que os coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) foram baixos, inferior a 74 %. Também, os valores possuem uma pequena amplitude em relação à média, CUD = 67 %, sendo assim, pôde-se concluir que o efeito da aplicação de diferentes volumes de água, com diferentes vazões de gotejadores, não tem importância na melhoria da CUD. Porém, o aumento do volume de água aplicado e, conseqüentemente, maior volume de solo molhado, demonstrou agir diretamente no movimento da água no solo para as camadas mais profundas revelando a sensibilidade da dinâmica da água perante pequenas variações do potencial total e condutividade hidráulica. Paralelamente e dentro deste contexto, surge a importância de se poder alterar a distribuição da água no solo com a combinação de espaçamentos entre gotejadores. Uma melhor distribuição da água no solo, alcançando CUD superior a 80 %, disponibiliza de forma homogênea a água dentro da zona

radicular da cultura, o que reduz a perda por percolação. Sugere-se que a distribuição da água seja estudada em uma maior quantidade de eventos sucessivos para que ocorra um melhor entendimento do fenômeno ocorrido durante a dinâmica da água no solo a fim de promover informações objetivas que auxiliem o irrigante nas tomadas de decisões adequadas para o manejo da irrigação.

TABELA 1. Volume de água estimado para o perfil de distribuição no solo sob gotejamento, com vazão de 2, 4 e 8 L/h, nas aplicações da água no solo.

Aplicações	Total estimado (L)	Armazenamento da água (L)				Camada (m)	CUD (%)
		0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4		
2 L/h							
1 ^a	0,94	0,74	0,18	0,01	0	74,0	
2 ^a	0,95	0,51	0,34	0,10	0	64,4	
3 ^a	0,95	0,41	0,36	0,15	0,03	63,7	
4 ^a	0,96	0,24	0,27	0,35	0,11	65,7	
5 ^a	0,97	0,25	0,29	0,25	0,18	64,7	
4 L/h							
1 ^a	0,92	0,81	0,11	0	0	73,9	
2 ^a	0,91	0,53	0,23	0,15	0	67,6	
3 ^a	0,94	0,46	0,32	0,16	0	66,5	
4 ^a	0,93	0,39	0,33	0,20	0,01	66,6	
5 ^a	0,96	0,41	0,28	0,20	0,07	66,5	
6 ^a	0,93	0,37	0,30	0,19	0,07	68,7	
8 L/h							
1 ^a	0,96	0,88	0,08	0	0	64,2	
2 ^a	0,96	0,38	0,48	0,11	0	60,8	
3 ^a	0,95	0,09	0,24	0,37	0,25	65,1	

CONCLUSÃO: 1) Os diferentes perfis de umidade demonstraram uma distribuição em gradiente da água no solo, sendo verificado um maior armazenamento da água próximo ao gotejador e, conseqüentemente, uma diminuição desta à medida que se aproxima da frente de molhamento. 2) Para a redução da percolação da água, deve-se aplicar pequenos volumes de solução durante a irrigação, mas com maior frequência.

AGRADECIMENTOS: À FAPESP pelo suporte financeiro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA:

- OULD MOHAMED EL-HAFEDH, A.V.; DAGHARI, H.; MAALEJ, M. Analysis of several discharge rate-spacing-duration combinations in drip irrigation system. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.52, p.33-52, 2001.
- SOUZA, C.F.; MATSURA, E.E. Determination of the wetting front in drip irrigation using TDR Multi-wire probe. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.59, n.3, p.205-216, 2003.
- SOUZA, C.F.; MATSURA, E.E. Distribuição da água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento. *Revista Brasileira de Eng. Agr. e Ambiental*, Campina Grande, v. 8, p. 7-15, 2004.
- WU, I.P.; GITLIN, H.M. Drip irrigation application efficiency and schedules. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.26, p.92-99, 1983.