

# ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS DE INFILTRAÇÃO DO MODELO DE PHILIP SOB IRRIGAÇÃO CONTÍNUA E INTERMITENTE POR SUPERFÍCIE

HENOQUE R. SILVA<sup>1</sup>, DANI OR<sup>2</sup>

Escrito para apresentação no  
XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2000  
Fortaleza – Ceará, 4 a 7 de julho de 2000

**RESUMO:** Estudos em laboratório foram realizados na Utah State University, Logan-UT, EUA, com o objetivo de identificar e quantificar os possíveis mecanismos que causam alterações na estrutura e nas propriedades hidráulicas do solo durante irrigação contínua e intermitente. A determinação dos parâmetros de infiltração do modelo de Philip é simples e proporciona informações para o planejamento, avaliação de desempenho e manejo da irrigação por superfície. Os testes foram realizados em colunas preenchidas com agregados de solo recém preparado e compactadas com densidade aparente média de 1,26 g.cm<sup>-3</sup>. A água foi fornecida por permeômetros assentados sobre a coluna com carga hidráulica constante de 1 a 2 cm. Observou-se um adensamento dos agregados na camada de 0 a 3 cm durante a primeira onda, causando redução do espaço poroso total do solo e aumentando a percentagem de microporos às custas de macroporos. A irrigação intermitente causou redução da taxa de infiltração entre ondas em um mesmo evento, contudo, a irrigação contínua também mostrou decréscimo nas taxas de infiltração entre irrigações o que indica que alguns dos benefícios da irrigação intermitente também ocorreram com subseqüentes irrigações contínuas. Em ambos os casos, alterações ocorridas na estrutura do solo resultaram em redução da sortividade e do parâmetro A.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação por superfície, estrutura do solo, agregados, infiltração.

## CHANGES IN THE PHILIP'S SOIL INTAKE PARAMETERS MODEL UNDER CONTINUOUS AND INTERMITTENT SURFACE IRRIGATION

**SUMMARY:** Laboratory studies on large columns were carried out at Utah State University, Logan-UT, USA, to identify and quantify possible mechanisms affecting near-surface changes in soil structural and hydraulic properties during continuous and intermittent surface irrigation. Philip soil intake parameters S and A are simple to measure and provide information for surface irrigation design, performance evaluation and management. Columns were packed with aggregates of a freshly tilled soil at an average bulk density of 1.26 g.cm<sup>-3</sup>. Disc permeameters were used as Mariotte devices to supply water at the constant head of 1 to 2 cm. Settling of aggregates was pronounced with the most settling occurring during first wetting in the top 0 to 3 cm, thereby reducing bulk pore space and resulting in increased frequency distribution of small pores at the expense of large. Intermittent irrigation on silt loam soil resulted in long-term infiltration rates reduction between surges, however, continuous irrigation showed infiltration rate reduction between irrigations indicating that some benefits of intermittent irrigation also occur with subsequent continuous irrigations. Both sorptivity and the parameter A were reduced as a result of soil structural changes with irrigation.

**KEYWORDS:** surface irrigation, soil structure, aggregates, infiltration.

<sup>1</sup> Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Hortaliças, C.P. 218, 70359-970, Brasília/DF, E-mail: henoque@cnph.embrapa.br

<sup>2</sup> Prof., Soil Physics, Dept. of Plants, Soils and Biometeorology, Utah State University, Logan, Utah, USA

**INTRODUÇÃO:** A infiltrabilidade do solo pode ser avaliada através de sua estrutura pela determinação do estado e estabilidade dos agregados e da distribuição de tamanho de poros do solo. As propriedades hidráulicas do solo sofrem mudanças em consequência do preparo de solo, ocorrência de chuva ou irrigação e compactação do solo por implementos agrícolas (BAUMHARDT et al., 1990). A irrigação intermitente é um exemplo de mudanças rápidas na estrutura e nas propriedades hidráulicas do solo que ocorrem na camada superficial diminuindo a taxa de infiltração em muitos solos. A irrigação intermitente consiste na aplicação de água em ciclos “ligado” e “desligado” em um mesmo evento de irrigação. Durante o período desligado, a água remanescente no sulco ou na superfície do solo é reduzida deixando para trás suspensão de sedimentos finos que podem obstruir macroporos que normalmente proporcionam infiltração rápida e ventilação para a atmosfera. O selamento superficial formado pela destruição de agregados, cisalhamento hidráulico e deposição de sedimentos, reduzem a troca de gases e a infiltrabilidade do solo (KEMPER et al., 1988; SEGEREN & TROUT, 1991). Os benefícios da redução da infiltração são especialmente importantes para o manejo da irrigação por superfície bem como para a determinação do comprimento de sulcos em solos de textura média. O objetivo deste estudo é identificar e quantificar os possíveis mecanismos que causam alterações na estrutura e propriedades hidráulicas na superfície do solo durante irrigação contínua e intermitente por superfície.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Estudos foram realizados na Utah State University, Logan, UT, USA, para o solo Millville silt loam, durante os anos de 1993 e 1994. Foram conduzidos testes em laboratório em colunas de plexiglass para caracterizar mudanças na estrutura do solo e suas consequências nas propriedades hidráulicas do solo. A análise textural indicou 25,5 % de argila, 45,9 % de silte e 28,6 % de areia e 3 % de matéria orgânica. As dimensões da coluna foram 20 cm de diâmetro e 32,5 cm de altura, cheias com agregados padronizados nos tamanhos de 2 a 4 mm e compactada com densidade aparente média de  $1,26 \text{ g.cm}^{-3}$ . A coluna foi assentada sobre superfície de solo em balde de 80 cm de diâmetro e 60 cm de altura, para liberação de ar durante o processo de infiltração. Permeâmetro de disco foi utilizado como dispositivo de Mariotte (SILVA, 1995) para fornecer água com carga hidráulica de 1 a 2 cm, afim de monitorar a infiltração. Os dados de infiltração acumulada obtidos foram ajustados ao modelo de infiltração de Philip (1957)  $I = St^{1/2} + At$  do qual foi derivado o modelo para a taxa de infiltração  $i = \frac{1}{2}(St^{-1/2}) + A$  (OR & SILVA, 1996), onde o termo S representa a sortividade ( $\text{cm.s}^{-1/2}$ ), A é uma constante dependente das propriedades do solo e t é o tempo. Agregados de tamanho 2 a 4 mm foram selecionados para simular condições de campo de um solo recém preparado afim de evidenciar as mudanças na estrutura do solo que em geral ocorrem após a primeira irrigação ou primeira onda. O modelo de Philip foi escolhido em razão da possibilidade de relacionar os parâmetros de infiltração a outras propriedades físicas do solo que sofrem alteração pelo umedecimento e secamento e estabelecer uma ligação direta entre mudanças na estrutura do solo e comportamento da infiltração. Foram realizadas 3 irrigações com uma frequência de 7 dias. A duração da irrigação intermitente foi estabelecida em 60 minutos com 4 ciclos de 30 minutos cada e a duração da irrigação contínua como sendo a soma dos 4 tempos ligados da irrigação intermitente (120 min.).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Visualmente, observou-se uma completa desintegração da camada de 0 a 2 cm de profundidade ao final de todas as irrigações, causando adensamento dos agregados e aumentando a percentagem de microporos às custas de macroporos, com conseqüente redução das taxas de infiltração. A irrigação intermitente causou redução nas taxas de infiltração em todas as 4 ondas de uma irrigação e entre todas as 3 irrigações. A taxa de infiltração no final da quarta onda foi entre 38 e 59 % menor do que a observada na irrigação contínua, como resultado da redução nos parâmetros S e A (Tab. 1). Por outro lado, houve redução das taxas de infiltração entre irrigações contínuas, indicando que alguns dos benefícios da irrigação intermitente também desenvolvem com subseqüentes irrigações contínuas. Entretanto, foram necessárias 3 irrigações contínuas para atingir o mesmo benefício da irrigação intermitente (Tab. 1). Contudo, apenas pequenas reduções na taxa de infiltração, foram observadas após a segunda irrigação, indicando que solos recém preparados com agregados instáveis sofrem grande alteração estrutural durante a primeira irrigação. Com relação aos

parâmetros S e A do modelo de Philip, a Tabela 2 ilustra a magnitude de redução dos mesmos tanto para aplicação contínua como para intermitente nos três eventos de irrigação. Assim, conhecido S e A para um determinado tipo de solo, pode-se prever o comportamento do mesmo através do planejamento, avaliação de desempenho e manejo dos sistema de irrigação por superfície.

## CONCLUSÕES:

O modelo de Philip pode ser usado para indicar mudanças na estrutura do solo sob irrigação contínua e intermitente, bem como permite sua utilização no planejamento, avaliação de desempenho e manejo da irrigação por superfície.

## REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS:

- BAUMHARDT, R. L., RÖMKENS, M. J. M., WHISLER, F. D., AND PARLANGE, J.-Y. (1990). "Modeling infiltration into a sealing soil," *Water Res. Res.*, 26(10), 2497-2505.
- KEMPER, W. D., TROUT, T. J., AND HUMPHERYS, A. S. "Mechanisms by which surge irrigation reduces furrow infiltration rates in a silty loam soil," *Transactions of the ASAE*, 31(3), 821-829, 1988.
- SEGEREN, A.G., AND TROUT, T.J. "Hydraulic resistance of soil surface seals in irrigated furrows," *Soil Sci. Soc. of Amer. J.*, 55, 640-646, 1991.
- OR, D., AND SILVA, H. R. (). "Prediction of surface irrigation advance using soil intake properties," *Irrig. Sci.* 16: 159-167, 1996.
- SILVA, H. R. Changes in near-surface soil physical properties affecting surface irrigation. Unpublished Ph.D. Dissertation, Department of Biological and Irrigation engineering, Utah State University, Logan, Utah, 1995.

**Tabela 1.** Velocidade de infiltração básica medida em uma dimensão em colunas uniformemente cheias com agregados de solo recém preparado do Millville silt loam para três irrigações consecutivas com frequência de 7 dias.

Irrigação	Taxa de infiltração básica (cm/hr)				Irrigação contínua
	Irrigação intermitente (ondas)				
	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	
Primeira	12.97	5.56	4.78	5.67	9.16
Segunda	3.75	2.3	1.97	1.84	4.48
Terceira	1.58	1.02	0.97	0.85	1.58

**Tabela 2.** Estimativa de parâmetros do modelo de infiltração de Philip durante irrigação contínua e intermitente em colunas com agregados de solo recém preparado (2 a 4 mm).

Irrigação	Parâmetros	Irrigação intermitente Ondas				Irrigação contínua
		Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	
Primeira	S (cm.s <sup>-1/2</sup> )	0.0447	0.0332	0.0110	-	0.0653
	$\theta_i^1$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0.033	0.396	0.320	0.315	0.031
	A (cm/hr) <sup>2</sup>	9.929	5.556	4.783	5.666	9.334
Segunda	S (cm.s <sup>-1/2</sup> )	0.1077	-	-	-	0.0168
	$\theta_i$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0.046	0.345	0.372	0.362	0.124
	A (cm/hr) <sup>*</sup>	1E-8	2.336	1.747	1.765	4.351
Terceira	S (cm.s <sup>-1/2</sup> )	0.0338	-	-	-	0.0252
	$\theta_i$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0.102	0.413	0.394	0.382	0.180
	A (cm/hr) <sup>*</sup>	0	0.997	0.924	0.537	1.084

<sup>1</sup> Umidade inicial do solo antes de cada evento de irrigação; <sup>2</sup> S é a sortividade e A é o parâmetro de infiltração do modelo de Philip.