

PEQUENA IRRIGAÇÃO - A SOLUÇÃO NO CLIMA SEMI-ÁRIDO PARAIBANO (A Propagação 3-D da Frente Úmida criada pela Cápsula Porosa)

Seemanapalli V.K. Sarma¹ e Hélio Santa Cruz A. Junior²

1. PhD, Professor da Área de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil da UFPB, Campus II, Campina Grande, PB
2. Mestre, Cientista, U.F.P.B., Campus-IV, Areia, PB

RESUMO

O estudo sobre a propagação em três dimensões da frente úmida conduzida num modelo físico reduzido por cápsula porosa que libera água na areia e no solo permitiu relacionar parâmetros que propagam a frente e forneceu informações adequadas para a adaptação da cápsula porosa para fins agrícolas. O sistema eletrônico de aquisição de dados foi útil no fornecimento de dados precisos e contínuos, não perturbando a amostra do matriz, sobre tempo decorrido, teor da umidade em função da resistência oferecida nos diferentes pontos no espaço tri-dimensional. Equações exponenciais e logarítmicas foram estabelecidas para difusividade D e condutividade K na areia e solo em função de umidade com a finalidade de obter teores de umidade em função do espaço e tempo.

Um sistema mais prático foi desenvolvido, desde instalação até o manejo sem o uso de reservatório e de energia no bombeamento, com liberação de água no solo e na areia com uma cápsula porosa sob pressão atmosférica, o que pode ser suficiente para culturas menos exigentes que o milho, tais como feijão e sorgo. Os gráficos que demonstram o volume de água liberado versus cargas hidrostáticas aplicadas facilitam a escolha das cargas desejadas para determinada liberação de água.

INTRODUÇÃO

No presente estudo foram considerados dois tipos de solo com diferentes quantidades de água liberada e propagação temporal e espacial da frente úmida. Foram estudados o comportamento da liberação de água e propagação da frente úmida, sob diferentes pressões hidrostáticas. Nas experiências realizadas, em ambos casos (areia ou solo), a matriz considerada foi homogênea, embora no campo, encontra-se camadas estratificadas ao longo das raízes da planta.

Sendo a difusividade D cm^2/s um índice que governa o espalhamento numa determinada seção, foram estudados os efeitos de variação em D sobre o teor da umidade. Ocorrem variações muito acentuadas nos seus valores em função do teor de umidade. O valor máximo de $2,69 \text{ cm}^2/\text{s}$ para areia na condição saturada foi mais alto do que o do solo ($0,575 \text{ cm}^2/\text{s}$). A difusividade na areia diminuiu 240 vezes ao passar de saturação para a de quase seca, enquanto no solo, a razão foi somente 27,64. O ponto comum para areia e solo para as difusividades para os casos estudados foi com 11,33% de umidade ($0,082 \text{ cm}^2/\text{s}$). Na faixa de 0-11,33%, a difusividade do solo superou a da areia.

A condutividade hidráulica, obtida a partir dos valores de difusividade e do gradiente de sucção, apresentou maiores valores na areia do que no solo na faixa de 10 a 32% de umidade. A condutividade na areia diminuiu 4.673 vezes ao passar da condição de saturação para a de seca, enquanto que no solo diminuiu apenas 23,63 vezes.

As equações exponenciais/logarítmicas que foram obtidas para difusividade/condutividade na areia e solo em função de umidade são:

$$D(O) = e^{11.56} + 0.51O - 0,008 O^2 e$$

$$D(O) = e^{13.38} + 0.245O - 0,00339 O^2 \quad (1)$$

e

$$K(O) = 10^{-0.535} + 4,6 \ln(O) - 0,125 (\ln O)^2$$

$$K(O) = 10^{-2.304} + 1,5 \ln(O) - 0,340 (\ln O)^2 \quad (2)$$

Eqs. 1 e 2 ajudam o físico agrícola em solucionar a equação do fluxo:

$$\frac{d\theta}{dt} = \text{DEL} [D(O) \text{ DEL} O] - \frac{\text{Rho}}{\text{Rho}_0} g \frac{dK}{dz} \quad (3)$$

na obtenção de teores de umidade em função do espaço e tempo.

O estudo sobre tensão capilar revelou que com aplicação inicial da sucção para amostra saturada (34% para a areia e 35.75% para o solo), o solo ofereceu maior resistência a retirada d'água do que a areia. Porém, com sucessivas aplicação de sucção, a areia ofereceu maiores resistências, como mostram os gradientes da sucção. Assim, o solo tem mais retenção d'água, em relação a areia que drena com maior rapidez.

Um sistema mais prático, desde instalação até o manejo sem o uso de reservatório e de energia no bombeamento, poderia ser obtido satisfatoriamente, com uma liberação d'água de 4,7l/dia no solo em uma cápsula porosa sob pressão atmosférica. A liberação sob mesmas condições na areia foi de 2,7l/dia, o que pode ser suficiente para culturas menos exigentes que o milho, tais como feijão e sorgo.

Dos gráficos que demonstram o volume d'água liberado versus cargas hidrostáticas facilitaram a escolha das cargas para determinada liberação. Para liberar 4l/dia, foram necessárias aplicações de pressão de 16,25 e -6,25 cm (sucção) na areia e solo respectivamente. A aplicação da sucção implica em uso racional e eficiente de água.

Os coeficientes de correção obtidos para os casos comparados de volumes liberados versus volumes molhados; volumes molhados versus cargas aplicadas; espalhamentos radiais e infiltrações verticais para diferentes cargas, foram em geral, altos, mostrando uma boa relação entre as variáveis comparadas, o que comprova uma coerência nos resultados das experiências, exceto para alguns casos esporádicos.

Os espalhamentos extrapolados nas diferentes pressões hidrostática do solo a 4 dias, foram praticamente constantes (entre 33 e 34,5cm), como também as infiltrações não apresentaram variações significativas, ficando entre 42,0 e 45,8cm. Isto concorre para a escolha da menor carga de -25cm, em virtude do uso mais racional de água (2,37 l/dia). No caso da areia, a 2 dias esta viabilidade não se verifica devido ao baixo valor do espalhamento (10,6 cm). Além da carga negativa de -25cm, poderia se optar pela carga de 50 cm no solo, cuja aplicação é a mais econômica entre as cargas positivas.

Sendo o número de covas uma função de carga aplicada conseqüentemente do espalhamento, na areia ou no solo, com o tempo, determinou-se 8 covas no caso

do solo, sob pressão de 50cm em 4 dias, onde o espalhamento foi 33,50cm e o perímetro circular, e o volume liberado nesse caso foi 2064l. Com pressão negativa de -25cm, obteve-se uma situação mais econômica de água (568, 8 l), onde o mesmo número de covas (8) puderam ser acomodadas com o mesmo espalhamento médio de 27 cm. Mais uma vez, ficou comprovado que a água necessária ao ciclo do cultivo, seria mais racionada com a aplicação da carga de -25 cm no solo, quando foi de apenas 438,45m³/ha, uma quantidade inferior à liberada pela cápsula nas demais cargas.

COMENTÁRIOS

O estudo sobre a propagação tri-dimensional da frente úmida por cápsula porosa desenvolvido neste trabalho, culminou em conclusões úteis como foram apresentadas anteriormente. Apesar dos parâmetros considerados, terem abrangidos os aspectos relacionados com a utilização da cápsula porosa na irrigação como: volume d'água liberado, formação bulbo molhado, distribuição do número de covas ao redor da cápsula e espaçamento entre elas, e volumes d'água liberados durante o ciclo do cultivo, tem-se considerar ainda, outros aspectos inerentes ao sistema, como pode-se verificar abaixo.

Devido ao trabalho ter sido conduzido em laboratório, através de um modelo reduzido, certas limitações se impuseram, como no da aplicação da sucção no solo, onde o tempo e recipiente não foram suficientes e adequados para que fossem atingidas as condições de equilíbrio entre a gravidade e a difusibilidade. Assim, é bom usar um maior recipiente para que em maiores tempos, não se façam necessárias as extrapolações efetuadas. As experiências podem ser conduzidas no campo para obtenção da frente úmida com uma precisão maior, in-situ.

No laboratório, alguns fatores climáticos não foram considerados, tendo então sido desprezados, a evaporação d'água do solo, a transpiração da planta (uma vez que não foi utilizada) as eventuais precipitações, e outros. A fim de tornar o sistema mais próximo do real, as experiências podem ser feitas em laboratório, porém, simulando-se as condições acima citadas, para se conhecer o volume d'água liberado que seria necessário para a região semi-árida.

Na distribuição das plantas pelas covas hipotéticas, cujos espaçamentos e distâncias radiais ao redor da cápsula foram determinados a partir de espalhamentos máximos, recomendou-se o número de uma planta por cova (feijão). Para se obter um melhor comportamento da cápsula sob as condições complexas, será útil a realização desses estudos para se aplicar este método no semi-árido nordestino, uma vez que a irrigação por cápsulas porosas demonstrou a praticidade e economia nas regiões carentes de água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenadora de Recursos Hídricos e o CNPq que deram condições de pesquisa e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

"Similitude concept of Flow Through Porous Media in Partially Saturated Soils", J. of I.A.H.R., The Netherlands, Vol. 8, no.4, 1969, pp.417-434, Dr. Sarma K.V. Seemanapalli
"Propagação 3-Dimensional da Frente Úmida por Cápsulas Porosas", Tese do Hélio Santa Cruz A.Jr., UFPB, 6/85, p.135