

BALANÇO HÍDRICO EM SOLO CULTIVADO COM GOIABEIRA IRRIGADA USANDO DISTINTAS TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO¹

LUÍS HENRIQUE BASSOI², MARCELO DE NOVAES LIMA FERREIRA³, RUBENS DUARTE
COELHO⁴, JOSÉ ANTONIO MOURA E SILVA⁵, EMANUEL ELDER GOMES DA SILVA⁵,
JOSELANNE LUIZA TRAJANO MAIA⁵

¹ Trabalho desenvolvido com o apoio do CNPq e do International Foundation for Science; parte da tese de doutorado do segundo autor apresentada ao Curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Irrigação e Drenagem, da ESALQ/USP.

² Pesquisador, Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, 56302-970, Petrolina – PE, e.mail: lhbassoi@cpatsa.embrapa.br

³ Pós-graduando, ESALQ/USP, Depto Engenharia Rural, Piracicaba - SP

⁴ Professor, Depto Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP

⁵ Bolsista do CNPq, Embrapa Semi-Árido, Petrolina - PE

Apresentado no
XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
30 de julho a 02 de agosto de 2007 - Bonito - MS

RESUMO: Em Petrolina - PE, a evapotranspiração da cultura da goiabeira cv. Paluma irrigada por microaspersão foi estimada pelo balanço hídrico do solo, durante o terceiro ciclo de produção, entre junho e dezembro de 2001. Para a determinação da água no solo, foram utilizados dois métodos, a atenuação de neutrons e a reflectometria no domínio do tempo. Os conteúdos de água no solo medidos por ambos os métodos proporcionaram valores similares. Os valores do armazenamento de água no solo obtidos por ambos os métodos apresentaram baixa correlação, mas a variação do armazenamento apresentou uma correlação maior; conseqüentemente, as estimativas de ETc pelo balanço hídrico do solo com o uso de ambos os métodos também foram próximas.

PALAVRAS-CHAVE: água no solo, perfil do solo

SOIL WATER BALANCE IN AN IRRIGATED GUAVA TREE ORCHARD IN SÃO FRANCISCO VALLEY, USING SOIL WATER CONTENT MEASURED BY NEUTRON PROBE AND TDR

ABSTRACT: In Petrolina, State of Pernambuco, Northeastern Brazil, the crop evapotranspiration of microsprinkle irrigated guava cv. Paluma was estimated by soil water balance, throughout the third growing season, from June to December 2001. The soil water content was measured by both neutron scattering and time domain reflectometry. Soil water content measured by both methods produced similar values. The correlation of soil water storage values obtained from both methods was low, but the correlation of variation of soil water storage values was higher. Consequently, ETc estimations from soil water balance with both soil water measurement procedures were closed.

KEY-WORDS: soil water content, soil profile

INTRODUÇÃO: A utilização de métodos de determinação da água no solo pode apresentar-se como uma dúvida, principalmente quando deve se decidir por equipamentos de alto custo e de calibração, características e manuseios específicos. A técnica de atenuação de nêutrons é precisa (exceto quando utilizada próxima à superfície) e fornece um valor médio de um volume de solo, que varia de acordo com a quantidade de água no solo; entretanto, não apresenta sensibilidade quando ocorre uma mudança brusca do conteúdo de água, como na frente de molhamento ou em um solo estratificado. Por outro lado, a técnica de reflectometria no tempo (TDR) mede um menor volume de solo e a geometria da sonda pode favorecer a medição de altas variações do conteúdo de água no solo, na interface solo-atmosfera e entre camadas de solos (NETTO et al., 1999). Um dos empregos de tais equipamentos é na execução do balanço hídrico do solo, que por sua vez pode ser utilizado para a estimativa da evapotranspiração da cultura. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo comparar as determinações da água no solo pelas técnicas de atenuação de neutrons e reflectometria no domínio do tempo, em um solo cultivado com goiabeira irrigada em Petrolina - PE.

MATERIAL E MÉTODOS: Na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina – PE, durante o terceiro ciclo de produção da goiabeira cv. Paluma, irrigada por microaspersão, determinou-se a evapotranspiração da cultura (ET_c, mm) pelo balanço hídrico do solo (REICHARDT & TIMM, 2004). Para a determinação do conteúdo de água no solo, foram utilizados dois métodos, a atenuação de nêutrons (medidas a 0,15, 0,30, 0,45, 0,60, 0,75, 0,90, 1,05 e 1,20 m de profundidade), e a reflectometria no domínio do tempo (medidas a 0-0,15, 0,15-0,30, 0,30-0,60, 0,60-0,90 e 0,90-1,20 m de profundidade). O armazenamento foi calculado até a profundidade de 1,2 m através da regra do trapézio (LIBARDI, 2005):

$$A = \int_0^L \theta(z) dz \cong \left[1,5\theta(z_1) + \sum \theta(z_i) + 0,5\theta(z_n) \right] \Delta z$$

onde A é armazenamento de água do perfil z, mm; θ é o conteúdo de água no solo, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$; z_1 é o conteúdo de água no solo da primeira camada, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$; z_i é o conteúdo de água no solo das camadas intermediárias, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$; z_n é o conteúdo de água no solo da última camada, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$; e Δz é a largura da camada, mm.

A variação do armazenamento da água no solo (ΔA , mm) foi calculada durante os períodos de tempo considerado, pela equação $\Delta A = A_f - A_i$, onde A_f é o armazenamento no tempo final, mm; e A_i – armazenamento no tempo inicial, mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As correlações do conteúdo de água no solo (θ , $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) medida com o TDR e a sonda de nêutrons mostram que, nas primeiras camadas de solo, os valores de θ -TDR são maiores que θ -SN, havendo uma inversão dos valores nas camadas subseqüentes, e uma diminuição da correlação com o aumento da profundidade do solo (Figura 1). As diferenças estão relacionadas com os próprios princípios de funcionamento dos equipamentos. Qualquer método de medida do conteúdo de água no solo é dependente da sensibilidade espacial da medida, ou seja, do volume de solo que é medido e como a distribuição da sensibilidade ocorre dentro desse volume. Para sondas de TDR duplas e paralelas, BAKER & LASCANO (1989) verificaram que a sensibilidade no ar e na água foi extremamente confinada a região transversal de 1000 mm^2 , podendo estender-se a $3500\text{-}4000 \text{ mm}^2$, mas com uma menor sensibilidade. Devido a essa sensibilidade desuniforme, erros podem ocorrer quando a água encontra-se heterogeneamente distribuída. A largura da região de sensibilidade normal ao plano que continha a sonda foi de aproximadamente 30 mm. No sentido longitudinal (ao longo da sonda), a sensibilidade não apresentou variações significantes.

A sonda de nêutrons apresenta um volume esférico relativamente grande, cujo diâmetro pode variar de 0,10-0,15 m em meios com alto conteúdo de hidrogênio (solo úmido), a 0,80 m em solos muito secos (BACCHI & REICHARDT, 1990). Esse volume pode mascarar consideráveis gradientes de água que ocorrem em um espaço de mesma grandeza, devendo-se considerar esse fator limitante em estudos que requerem a localização e o movimento de uma frente de molhamento. Dentro do volume de solo amostrado com determinado conteúdo de água, pode-se ter diferentes estimativas, caso a água esteja distribuída em diversos modos (WILLIAMS et al., 1981). As correlações entre os conteúdos de água no solo determinados pelo método gravimétrico e pelo TDR e sonda de nêutrons são similares (dados não apresentados). No balanço hídrico no solo, as discrepâncias entre as estimativas obtidas com ambos os equipamentos podem ser um reflexo da variabilidade do solo, mesmo em distâncias menores que 1 m (DASBERG & DALTON, 1985). LAURENT (2000) obteve uma boa correspondência entre ambos os equipamentos quanto à medida de θ , em função do tempo e da profundidade de amostragem. Porém, mudanças rápidas de θ próximas à superfície foram detectadas pelo TDR.

Até os 60 dias após a poda (dap), o A calculado a partir dos dados de θ do TDR apresentou-se menor que os da sonda de nêutrons; dos 67 dap aos 123 dap ora apresentou-se maior, ora menor; a partir dos 130 dap até o final do ciclo, o A estimado com θ do TDR apresentou-se maior que o da sonda de nêutrons (Figura 2 A). Com relação à ΔA , observa-se uma maior magnitude com os valores obtidos com o TDR, apresentando um total de - 25,6 mm durante o ciclo, e de -12,9 mm para os valores obtidos com a sonda de nêutrons, representando apenas 1,9 % e 3,7%, respectivamente, na contabilização do balanço hídrico no solo (Figura 2 B). A correlação de A calculado até 1,2 m de profundidade com os conteúdos de água no solo obtidos a partir do TDR e da sonda de nêutrons foi baixa (Figura 3B), mas observou-se uma maior correlação para ΔA (Figura 3B). Como ΔA é um dos componentes do balanço hídrico, obteve-se resultados muito próximos de ET_c.

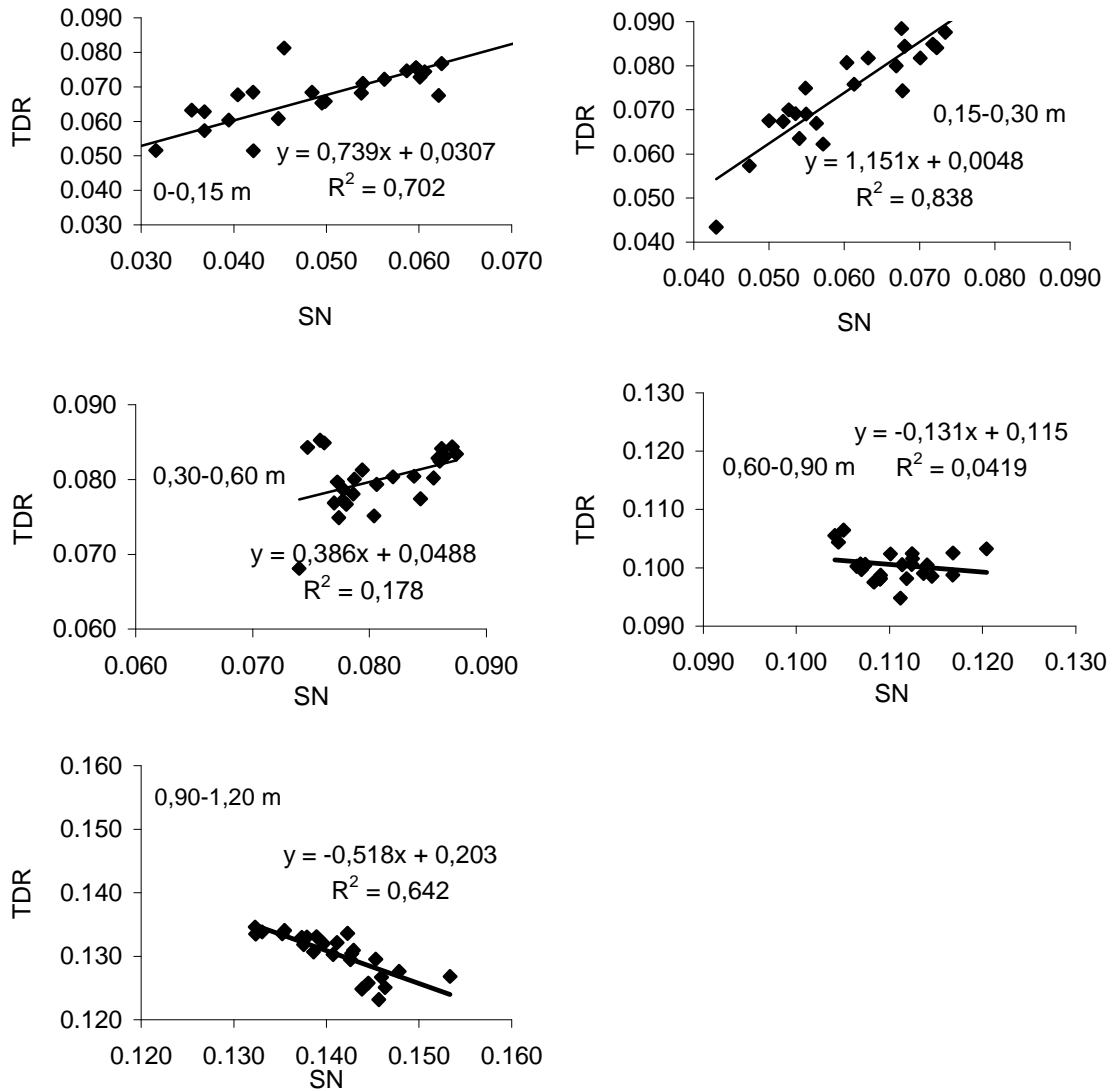


FIGURA 1. Correlação de conteúdo de água no solo (θ , $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) medida com TDR e com sonda de nêutrons (SN), a 0-0,15 , 0,15-0,30 , 0,30-0,60 , 0,60-0,90 e 0,90-1,20 m de profundidade.

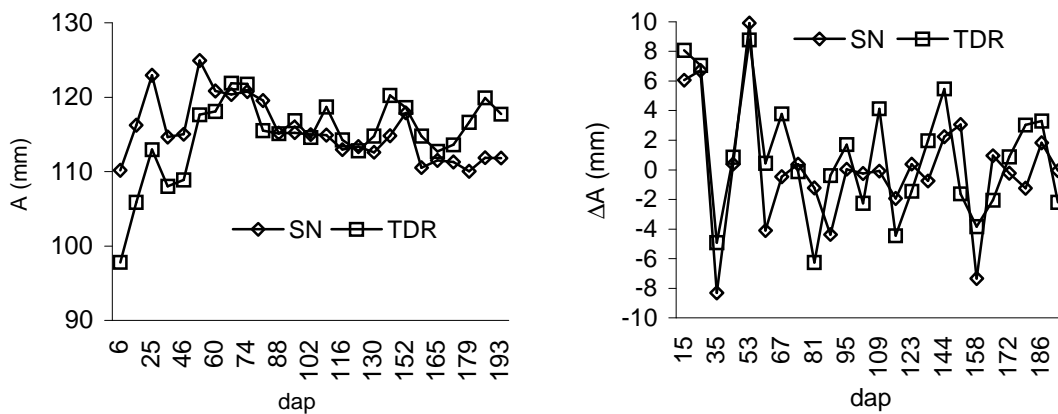


FIGURA 2. Armazenamento da água no solo (A) a 1,2 m de profundidade e sua variação (ΔA), com conteúdos de água no solo medidos pela sonda de nêutrons (SN) e pelo TDR, em função dos dias após a poda (dap).

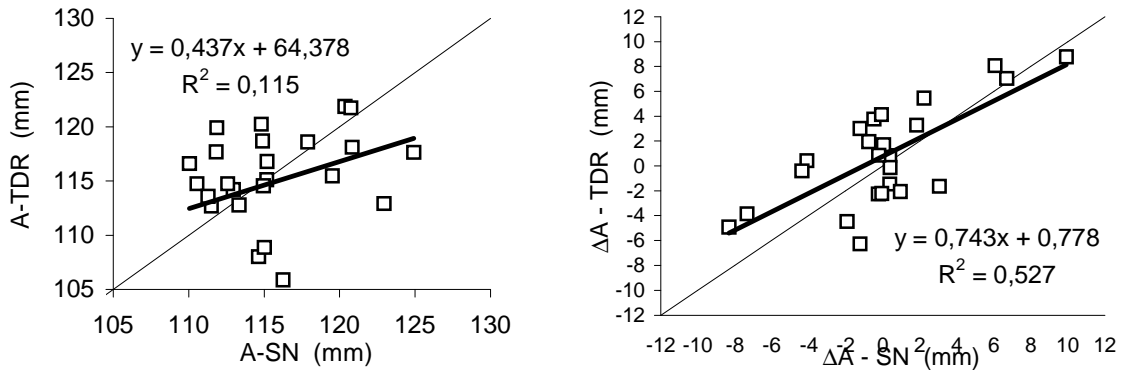


FIGURA 3. Correlação do armazenamento (A) e da variação do armazenamento (ΔA) até 1,20 m de profundidade, com conteúdos de água no solo medidos pela sonda de nêutrons e pelo TDR.

CONCLUSÕES: A correlação entre os valores de armazenamento de água no solo estimados pelo TDR e pela sonda de neutrons foi baixa, mas a correlação entre os valores da variação do armazenamento foi maior. Conseqüentemente, as estimativas de ETc obtidas pelo balanço hídrico do solo com ambos os métodos também foram próximas.

REFERÊNCIAS

- BACCHI, O. O. S.; REICHARDT, K. **A sonda de nêutrons e seu uso na pesquisa agrônômica**. Piracicaba: CENA, 1990. 48 p. (CENA. Boletim Didático, 22).
- BAKER, J. M.; LASCANO, R. J. The spatial sensitivity of time domain reflectometry. **Soil Science**, v. 127, n. 5, p. 378-384, May, 1989.
- DASBERG, S.; DALTON, F. N. Time daomain reflectometry field measurements of soil water content and electrical conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, n. 2, p. 293-297, Mar/Apr, 1985.
- LAURENT, J. P. Profiling water content in soils with TDR: comparison with the neutron probe technique. In: **COMPARISON OF SOIL WATER MEASUREMENT USING THE NEUTRON SCATTERING, TIME DOMAIN REFLECTOMETRY AND CAPACITANCE METHODS**, Vienna, 1998. **Results of a consultants meeting** Vienna: IAEA, 2000, p. 81-104.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da Água no Solo**. São Paulo: EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo, 2005. v. 1. 344 p.
- NETTO, A.M.; PIERITZ, R. A.; GAUDET, J.P. Field study on the local variability of soil water content and solute concentration. **Journal of Hydrology**, v.215, p.23-37, 1999.
- REICHARDT, K. ; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2004. 478 p.
- WILLIAMS, J.; HOLMES, J. W.; WILLIAMS, B. G.; WINKWORTH, R. E. Application in agriculture, forestry and environment science. In: **The neutron method**. East Melbourne: CSIRO, 1981. cap. 2, p. 3-15.