

# **DEFINIÇÃO DO POSICIONAMENTO DE SENSORES PARA MONITORAMENTO DA UMIDADE DO SOLO EM BANANEIRA IRRIGADA POR SISTEMAS DE GOTEJAMENTO**

A. Jadavi Pereira da Silva<sup>1</sup>, E. Ferreira Coelho<sup>2</sup>, J. Honório de Miranda<sup>3</sup>

**RESUMO:** O uso eficiente da água na irrigação localizada dependerá, dentre outros fatores, do correto monitoramento da água no solo. Portanto, este trabalho teve como objetivo caracterizar as zonas efetivas de comprimento de raízes e de extração de água, bem como indicar o correto posicionamento de sensores de água no solo para o manejo da irrigação por gotejamento na bananeira em fase de produção. O experimento foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, no qual foram estudados diferentes sistemas: T1 - Dois emissores de 4 L h<sup>-1</sup> por planta em uma lateral por fileira de plantas; T2 - Quatro emissores de 4 L h<sup>-1</sup> por planta em uma lateral por fileira de plantas; T3 - Cinco emissores de 4 L h<sup>-1</sup> por planta em faixa contínua com uma lateral por fileira. Pelos resultados obtidos pôde-se observar que as regiões mais adequadas para instalação de sensores de umidade no solo nos tratamentos T1, T2 e T3, foram as limitadas pelas distâncias e profundidades de 0,2 m e 0,4 m; 0,5 m e 0,35 m; 0,55 m e 0,35 m, respectivamente.

**Palavras-Chaves:** umidade do solo, manejo de irrigação, tensiometria, irrigação localizada.

## **DEFINITION OF SENSOR PLACEMENT FOR SOIL WATER MONITORING WITH BANANA UNDER DIFFERENT DRIP IRRIGATION SYSTEMS**

The efficient water use in drip irrigation will depend, besides other elements, the correct soil water monitoring. This work had as objective to characterize the effective zones of root length, the water uptake as well to indicate the correct sensor placement in soil profile under drip irrigation management with banana during the production stage. The experiment was carried out at the Embrapa Cassava & Tropical Fruits, under different drip systems: T1 - Two 4 L h<sup>-1</sup> emitters per plant in a lateral per plants row; T2 - Four 4 L h<sup>-1</sup> emitters per plant in a lateral per plants row; T3 - Five 4 L h<sup>-1</sup> emitters per plant in a continuous strip with one lateral line per plant row. The results showed that the most appropriate location for soil water sensor placement in

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Área de concentração: Irrigação e Drenagem, LER/ESALQ/USP, Av. Pádua Dias n.11 cx.09 CEP: 13.418-900, Piracicaba-SP. Fone (19) 3429-4123, e-mail: ajpsilva@esalq.usp.br

<sup>2</sup> Pesquisador, PhD, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas-BA.

<sup>3</sup> Professor Associado, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

treatments T1, T2 and T3, corresponding to zones limited by distances and depths of 0.2m and 0.4m, 0.5m and 0.35m, 0.55m and 0.35m, respectively.

**Key words:** soil moisture, water management, tensiometry, drip irrigation.

## INTRODUÇÃO

A busca pelo aumento da eficiência do uso da água pela irrigação é cada vez maior devido à crescente escassez de água e contaminação de fontes hídricas subterrâneas já amplamente observadas. Apesar da irrigação por gotejamento apresentar alto potencial de uso eficiente da água, isto nem sempre é alcançado devido ao inadequado manejo dos sistemas (Hutmacher et al., 1994). Geralmente em irrigação de cultivos o monitoramento da água no solo é feito mediante a utilização de sensores. Grande parte das recomendações de posicionamento destes sensores no solo tem como base o conhecimento da distribuição radicular das culturas. Entretanto, estudos recentes têm mostrado que a extração de água pelas raízes nem sempre ocorre em direção proporcional à densidade do comprimento de raízes (Clothier et al., 1990). Neste sentido, Coelho et al., (2007) indicam que a correta localização dos sensores deve ser feita levando em consideração as zonas efetivas de extração de água pelas raízes das culturas, as quais variam em função do tipo de solo, sistema de irrigação, variedade e idade das plantas (Zhang et al., 1996). Diante disto, objetivou-se caracterizar as zonas efetivas de comprimento de raízes e extração de água e indicar o correto posicionamento de sensores de água no solo para o manejo da irrigação por gotejamento na bananeira em fase de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido junto à Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas – BA, (12°48'S; 39°06'W; 225 m), onde se registra uma pluviosidade média anual de 1.143 mm. Utilizou-se de uma área plantada com bananeira cultivar BRS Tropical no espaçamento 3,0 x 2,5m que durante o período da coleta de dados, para o presente estudo, encontravam-se na fase de produção do primeiro ciclo. O solo da área experimental foi classificado como sendo Latossolo Amarelo de classificação textural Franco-argilo-arenoso (EMBRAPA, 1997). Três diferentes sistemas de irrigação localizada por gotejamento foram identificados como tratamentos T1, T2 e T3, em que: T1 - Dois emissores de 4 L h<sup>-1</sup> por planta em uma lateral por fileira de plantas; T2- Quatro emissores de 4 L h<sup>-1</sup> por planta em uma lateral por fileira de plantas; T3- Cinco emissores de 4 L h<sup>-1</sup> por planta em faixa contínua em uma lateral

por fileira de plantas. Cada tratamento foi constituído por 10 plantas, sendo que seis eram plantas úteis. O volume de água aplicado por planta foi comum em todos os tratamentos e a frequência de irrigação foi diária nos períodos de necessidade de irrigação. A umidade do solo foi monitorada a várias distâncias horizontais ( $R_i$ ) e profundidades ( $Z_i$ ), numa malha de 0,20m x 0,20m de um plano vertical, partindo da planta e seguindo a direção da fileira de plantas, com limites “R” de 1,0m e “Z” de 1,0m. Sondas de TDR foram instaladas horizontalmente nos diversos pontos da malha, de maneira a se obter a umidade do solo em todo o plano. À medida em que foram sendo instaladas as sondas de TDR, amostras de 500 cm<sup>3</sup> de solo e raízes foram retiradas no perfil a fim de se determinar a distribuição radicular da bananeira. As raízes foram separadas do solo por um processo de lavagem (Bohm, 1979), em seguida digitalizadas em computador conforme Coelho et al. (2005), sendo que seu comprimento “Lr” (cm) foi obtido com uso do *software* Rootedge (Kaspar & Ewing, 1997). Trinta dias após as sondas serem instaladas deu-se início às leituras de umidade no solo. As leituras de umidade foram feitas em cada plano durante 5 dias com as sondas de TDR, a partir de um sistema de aquisição de dados composto por um equipamento de TDR e um armazenador de dados CR10X, programado para armazenar leituras da umidade do solo a cada 10 minutos. Em cada ponto de monitoramento do perfil ( $R_i$ ,  $Z_i$ ) calculou-se a lâmina de água extraída [ $LE_{(R_i, Z_i)}$ ], o que foi feito a partir da diferença entre as umidades do solo tomadas em um tempo logo após a irrigação (tempo correspondente àquele em que a água infiltrada teria atingido a sonda mais profunda do plano) identificado como (j+1), e um tempo antes da próxima irrigação, denominado de (j+2) (eq.1):

$$LE_{(R_i Z_i)} = \theta_{(j+1)} - \theta_{(j+2)} \quad (1)$$

em que:  $\theta_{(j+1)}$  é a umidade do solo logo após a irrigação (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e  $\theta_{(j+2)}$  é a umidade do solo imediatamente antes da irrigação subsequente (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>). Neste trabalho os limites de concentração das raízes da bananeira foram estabelecidos tomando-se como base o conhecimento da profundidade efetiva das raízes (PER) e a distância efetiva das raízes (DER). Sendo “PER” definido pela profundidade que contém 80% do total de comprimento de raízes (Arruda, 1989) e “DER” a distância que contém 80% do total de comprimento de raízes (Vieira et al., 1996). Conforme sugerido por Santos (2002) a partir do conhecimento da área de maior atividade das raízes, caracterizou-se a profundidade efetiva de extração (PEe) e a distância efetiva de extração (DEe), correspondendo à região do perfil do solo a partir da superfície na qual se verifica pelo menos 80% do total de extração de água pelas raízes e “DEe” a região do perfil do solo a partir

do pé da planta onde se observa pelo menos 80% do total de extração de água pelas raízes da cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a bananeira em fase de produção e irrigada por um sistema que utiliza 2 emissores de  $4 \text{ L h}^{-1}$  por planta (T1), apresenta sua “PER” na camada de solo compreendida entre 0 e 0,5m e a “DER” entre 0 e 0,55m (Figura 1a). Nas plantas irrigadas por um sistema que utiliza 4 emissores de  $4 \text{ L h}^{-1}$  por planta (T2), obteve-se a “PER” em aproximadamente 0,6m e a “DER” em 0,7m (Figura 1b). Naquelas plantas de bananeira submetidas a um sistema de irrigação contendo emissores de  $4 \text{ L h}^{-1}$  distribuídos continuamente na linha de irrigação, encontrou-se a “PER” na camada de 0 - 0,35m, e a “DER” em 0,7m (Figura 1c).

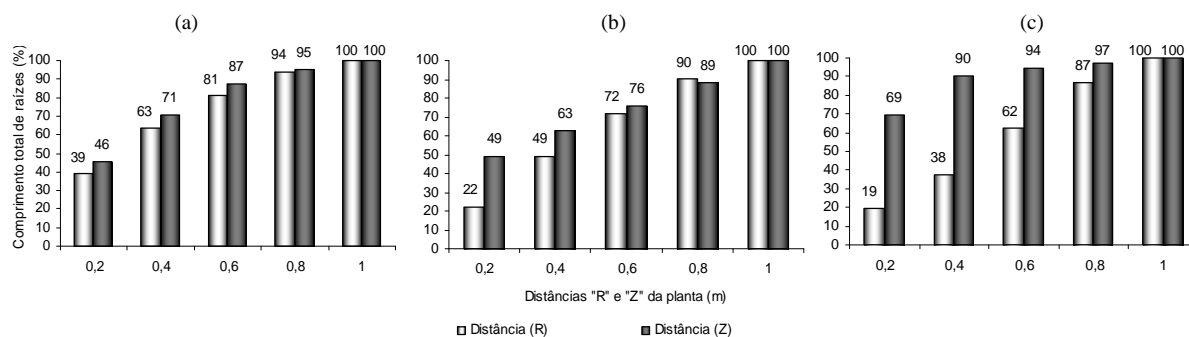


Figura 1. Percentagens de comprimento total de raízes em distancias horizontais (R) e verticais (Z) do pseudocaula da bananeira. No tratamento T1, 80% do total da água extraída pela planta ocorreu aproximadamente até à distância “R” da planta de 0,2m e a profundidade “Z” de 0,4m (Figura 2a). No tratamento T2, a atividade das raízes das plantas foi estendida no perfil do solo quando comparado ao sistema T1, onde observou-se que aproximadamente 80% da extração de água ocorreu na região que compreende o “R” de 0,5m e o “Z” de 0,35m (Figura 2b). No sistema T3, 80% do total de água extraído pela planta foi verificado a uma distância “R” de aproximadamente 0,55m e uma distância “Z” de 0,35m (Figura 2c). Assim, conforme observado por Andreu et al., (1997) as zonas de extração de água foram influenciadas pela disposição dos emissores em relação à planta, onde pôde-se perceber que aumentando-se o número de emissores na linha de irrigação, aumenta-se também a distância efetiva de extração de água da planta. Corroborando com Coelho et al., (2007), percebe-se que as áreas que compreendem as distâncias e profundidades efetivas de extração de água pelas raízes das plantas foram menores que as áreas que abrangem as distâncias e profundidades efetivas de comprimento de raízes.

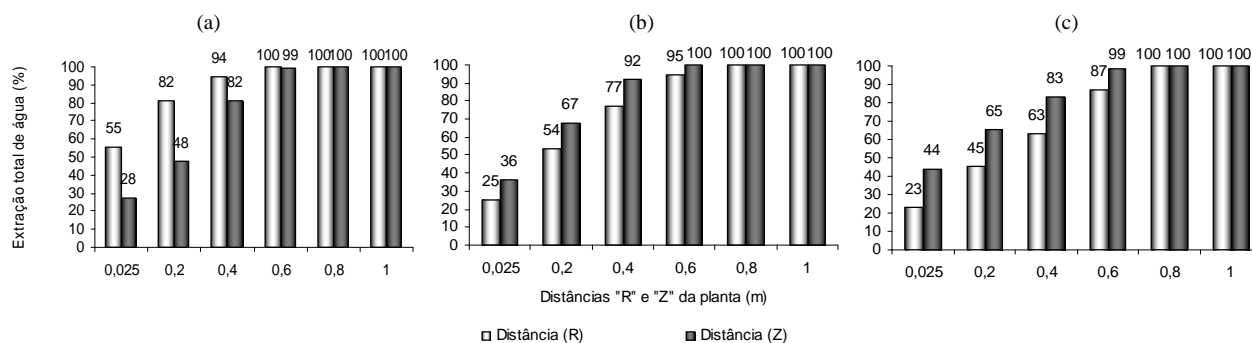


Figura 2. Percentagens de extração de água pelas raízes em distancias horizontais (R) e verticais (Z) do pseudocaule da bananeira.

As Figuras 3a, 3b e 3c ilustram o local ideal para locação dos sensores para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente. A área que compreende a interseção das linhas que partem da “DEe” e “PEe”, são indicadas para o posicionamento de sensores de água do solo. No caso dos tensiômetros, sua localização ideal para os tratamentos T1, T2 e T3 está ilustrada respectivamente nas Figuras 4a, 4b e 4c, e será a região de potenciais mátricos maiores que -80KPa incluídas na interseção das linhas de “DEe” e “PEe”.

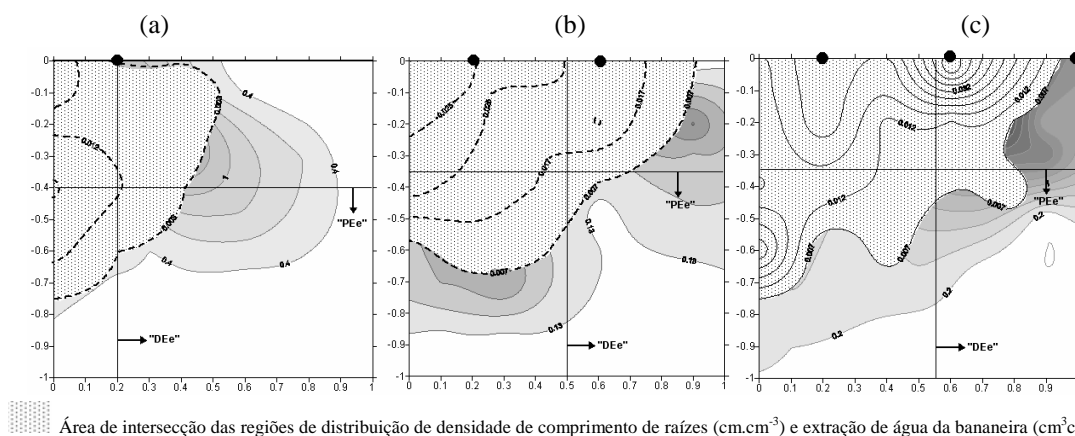


Figura 3. Regiões indicadas para o posicionamento de sensores de água no solo considerando a profundidade e a distância efetiva de comprimento e extração de água pelas raízes.

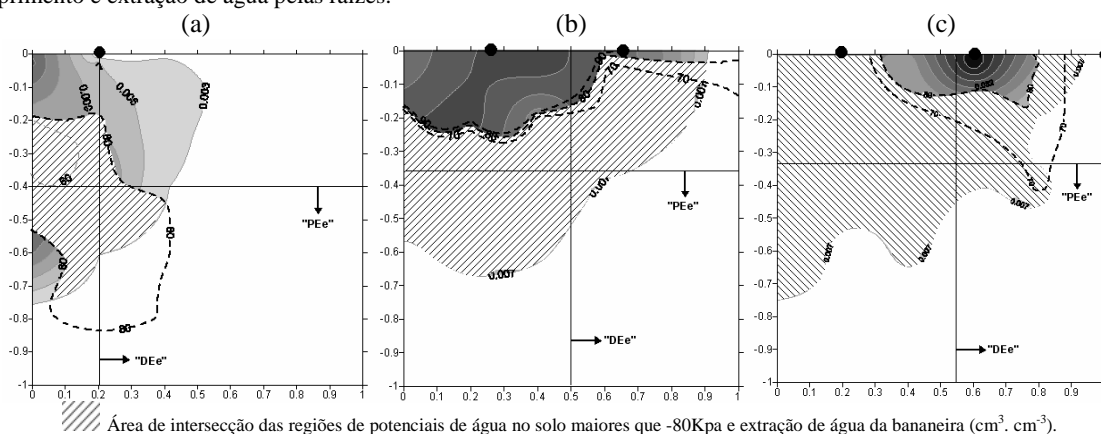


Figura 4. Regiões indicadas para o posicionamento de tensiômetros no solo considerando a zona de potenciais mátricos superiores a -80 kPa dentro da região efetiva de comprimento e extração de água pelas raízes.

## CONCLUSÃO

As regiões mais adequadas para instalação de sensores de umidade no solo nos tratamentos T1, T2 e T3, foram limitadas pelas distâncias horizontais e profundidades de 0,2 m e 0,4 m; 0,5 m e 0,35 m; 0,55 m e 0,35 m, respectivamente. Dentro destas regiões, a localização dos tensiômetros ficará restrita onde o potencial mátrico for maior que -80Kpa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREU L., HOPMANS J.W., SCHWANK L.J., Spatial and temporal distribution of soil water balance for a drip-irrigated almond tree. In: Agricultural Water Management 35 (1997) 123- 146.
- ARRUDA, F. B. Necessidade de água nas culturas – Elementos de projeto. In: Curso Prático Internacional de Agrometeorologia para Otimização da Irrigação, 3., 1989, Campinas: IAC, 1989. 35p.
- BOHM, W. Methods of studying root systems. New York: Springer Verlag, 1979. 190p
- CLOTHIER, B.E., SMETTEM, K.R.J., RAHARDJO, P., 1990. Sprinkler irrigation, roots and the uptake of water. In: Field-scale water and solute flux in soils. Monte Verita. Birkhauser Verlag Basel, pp. 101-108.
- COELHO E. F., SANTOS D. B. & AZEVEDO C. A. V., Sensor placement for soil water monitoring in lemon irrigated by micro sprinkler. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.1, p.46-52, 2007.
- COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de Tabuleiros Costeiros. Revista Brasileira de Fruticultura, v.27, n.1, p.175-178. 2005.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- HUTMACHER, R.B., NIGHTINGALE, H.I., ROLSTON, D.E., BIGGAR, J.W., DALE, F., VAIL, S.S., PETER, D., 1994. Growth and yield responses of almond (*Prunus amygdalus*) to trickle irrigation. Irrig. Sci. 14, 117-126.
- KASPAR, T. C.; EWING, R. P. Rootedge: Software for measuring root length from desktop scanner images. Agronomy Journal, Madison, v.89, p.932-940, 1997.
- SANTOS, D.B. Extração de água pelo limão ‘Tahiti’ com porta enxerto Citrumelo ‘Swingle’ sob microaspersão nas condições semi-áridas da Bahia. Campina Grande: UFPB. 2002, 112p. Dissertação Mestrado.
- VIEIRA, D. B.; GENOVEZ, A. M.; GOMES, E. M. Determinação da profundidade efetiva do sistema radicular do milho (*Zea mays* L.) irrigado. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 11.1996, Campinas. Anais... Campinas: IAC, 1996. p.95-106.
- ZHANG, M.; ALVA, A.K.; Li, Y.C.; CALVERT, D.V. Root distribution of grapefruit trees under dry granular broadcast vs.fertirrigation method. Plant and Soil, Dordrecht, v.183, n.1, p. 79-84, 1996.