



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## DISTRIBUIÇÃO E EXTRAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA CV. PRATA ANÃ SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS

**Arthur José Mendes Pamponet<sup>(1)</sup>; Eugenio Ferreira Coelho<sup>(2)</sup>; Gian Carlo Carvalho<sup>(1)</sup>; Edvaldo Bispo Santana Junior<sup>(1)</sup> Flávio Costa da Silva<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudantes de Pós- Graduação em Ciências Agrárias. Núcleo de Engenharia de água e solo; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Rua Rui Barbosa, 710 – Centro – Cruz das Almas – BA, 44380-000; arthurpamponet@gmail.com; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura; Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, Cruz das Almas – BA, 44380-000

**Resumo** – Na produção agrícola, sendo ela em sequeiro ou irrigada, a água é um insumo fundamental, responsável, principalmente, pelo crescimento e desenvolvimento da lavoura. O objetivo do estudo foi avaliar o perfil de distribuição de água no solo e a extração de água no sistema radicular da bananeira, cv. Prata Anã, para duas lâminas de irrigação e duas densidades de plantas. A cultura foi plantada em fileiras simples no espaçamento de 2,0 m x 2,5 m, irrigada por microaspersão, vazão 60 L h<sup>-1</sup>. Os tratamentos representaram duas lâminas de irrigação (L1 = 60% evapotranspiração da cultura – ETc, e L2 = 100% ETc) e duas densidades de plantas (2.000 e 4.000 plantas por hectare). Para monitoramento da umidade do solo foi utilizado a *Reflectometria no Domínio do Tempo* (TDR), com sondas instaladas num plano do perfil do solo, entre a planta e o microaspersor. Os perfis sob aplicação de 100% da ETc se demonstraram com ampla distribuição da umidade, ultrapassando a profundidade efetiva do sistema radicular. A extração de água no sistema radicular se concentrou na camada de 0,10 – 0,30 m, sendo superior a 78% até a profundidade de 0,70 m. Com a lâmina de 60% da ETc houve maior intensidade de extração próximo do microaspersor, enquanto que, em 100% da ETc, as extrações foram mais difundidas no perfil, prevalecendo maior extração de água com a densidade de 4.000 plantas por hectares. 100% da ETc promoveu maior extração de água no sistema radicular, principalmente na presença de duas plantas produtivas por touceira.

**Palavras-Chave:** microaspersão; *Musa sp*; extração de água.

### INTRODUÇÃO

A bananeira é uma fruteira tropical com frutos bastante apreciados, o que faz da banana estar entre as frutas mais consumidas no mundo. Os principais países na produção de banana são: Índia, China, Brasil, Filipinas, Equador e Indonésia. Em 2010, a produção brasileira foi de 7.003.684 t com uma área plantada de 521.853 ha. No Nordeste, estes valores representam 2.671.374 t, em 225.935 ha, com a Bahia produzindo 1.079.050 t numa área de 72.245 ha (IBGE, 2011).

Segundo Coelho et al. (2004), a bananeira requer quantidade de água elevada, por apresentar cerca de

87,5% de água em seu peso total, em função de sua área foliar e demais estruturas morfológicas. Estudos com lâminas de irrigação para a bananeira (Coelho et al. 2006, Figueiredo et al. 2006, etc.), são desenvolvidos com enfoque do aproveitamento da área e eficiência de uso de água, na tentativa de aumentar a produtividade, visando uma melhor eficiência de uso dos insumos (fertilizantes, água defensivos, mão-de-obra, etc.) aplicados à lavoura.

Existem duas formas de aumentar a densidade de plantas para a cultura da bananeira: por meio do espaçamento e distribuição das plantas na instalação do pomar; ou, aumentando do número de plantas produtivas (seguidores ou famílias) por touceira por ciclo produtivo. Belalcázar Carvajal et al. (1994), mostraram que o maior ou menor rendimento do bananal dependerá tanto do espaçamento, quanto do número de seguidores da planta mãe.

Do ponto de vista ambiental, a irrigação localizada apresenta-se como uma alternativa ao atendimento das necessidades hídricas das culturas, ao ajustar maior eficiência na aplicação de água, além de permitir a aplicação simultânea de fertilizantes, reduzindo custos e aumentando a eficiência de produção (Santos, et al., 2005).

A distribuição de água no solo e sua extração pelas fruteiras irrigadas são ferramentas de estudos capazes de promover o aprimoramento do manejo de irrigação (Santos et al. 2005, Simões et al. 2006, Silva et al. 2006, etc.).

O objetivo desse trabalho foi avaliar os perfis de distribuição e extração de água no solo, bem como sua interação, para duas lâminas de irrigação e duas densidades de plantas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada no Município de Cruz das Almas – BA (12°48'S; 39°06'W; 225 metros), de clima úmido a subúmido com precipitação média de 1.143 mm ano, conforme Almeida et al. (2004). O período de estudo foi de 17/10 a 15/11/2010.

O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo Álico, com textura Franco argiloso arenoso (0 – 0,20 m) e argila arenosa (0,20 – 0,40 m e 0,40 - 0,60 m), conforme na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-hídricos do solo da área experimental, para as profundidades de 0 - 0,20, 0,20 - 0,40 e 0,40 - 0,60 m de profundidade

Prof. (m)	Areia Total (g Kg <sup>-1</sup> )	Silte (g Kg <sup>-1</sup> )	Argila (g Kg <sup>-1</sup> )	Porosidade Total (%)	Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	$\theta_{cc}$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	$\theta_{pmp}$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )
0,2	57,7	9,9	32,4	40,00	1,59	0,2272	0,1585
0,4	51,7	9,4	39,4	35,09	1,72	0,2829	0,1987
0,6	49,3	13,3	37,4	38,49	1,63	0,2543	0,1742

Foi utilizado o sistema de irrigação por microaspersão, com emissores autocompensantes, de vazão igual a 60 L h<sup>-1</sup>, sendo um emissor, para quatro touceiras de bananeiras. A linha lateral localizava-se entre duas fileiras de plantas. O suprimento hídrico da cultura foi feito segundo Allen et al. (1998), conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Coeficiente de cultivo da bananeira (Kc), evapotranspiração de Referência (ETo), evapotranspiração da cultura (ETc), precipitação (P), lâminas de 60% da ETc (L1) e 100% da ETc (L2)

Data	Kc	ETo	ETc	P	L1	L2
(mm)						
05/11/2010	1,10	4,99	5,49	0,00	3,29	5,49
09/11/2010	1,10	5,54	6,09	0,00	3,66	6,09

Os tratamentos foram: L1F1 = 60% de evapotranspiração da cultura (ETc) com uma planta por touceira (F1); L1F2 = 60% de ETc para duas plantas por touceira (F2); L2F1 = 100% da ETc para uma planta por touceira; e L2F2 = 100% de ETc para duas plantas por touceira. As densidades compreenderam 2.000 e 4.000 plantas por hectares, representadas por F1 e F2, respectivamente, que equivalem à uma e duas plantas conduzidas por ciclo por touceira.

A umidade do perfil do solo foi monitorada por sondas de TDR, obedecendo à configuração de uma malha com disposição horizontal, 0,25, 0,50, 0,75 e 1,00 m, no sentido planta-microaspersor; e, disposição vertical, nas profundidades de 0,10, 0,20, 0,40, 0,60 e 0,80 m.

Na coleta de dados foram utilizados oito multiplexadores, associados ao conjunto TDR 100 (Campbell scientific) e Datalogger. As leituras nos quatro tratamentos ocorreram ao mesmo tempo, com o intervalo de dez minutos entre cada leitura.

Utilizou-se as equações de calibração 1 e 2 para a estimativa das umidades reais do solo. Para as sondas de 0,10 e 0,20 m foi usada a equação (1), enquanto que para 0,40, 0,60 e 0,80 m de profundidade utilizou-se a equação (2),

$$\theta = 7 \cdot 10^{-5} \cdot Ka^3 - 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot Ka^2 + 7,44 \cdot 10^{-2} \cdot Ka - 0,3682 \quad (1)$$

$$\theta = 2 \cdot 10^{-5} \cdot Ka^3 - 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot Ka^2 + 5,08 \cdot 10^{-2} \cdot Ka - 0,2732 \quad (2)$$

sendo,  $Ka$  a constante dielétrica do solo e  $\theta$  a umidade volumétrica em cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>.

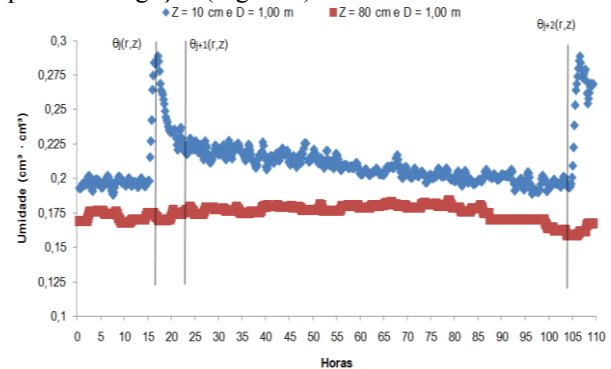
Os percentuais de água disponível no perfil do solo foram calculados conforme equação (3):

$$ADdi = \left( \frac{\theta_{atual} - \theta_{pmp}}{\theta_{cc} - \theta_{pmp}} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

sendo, ADdi = percentual de água disponível no solo (%);  $\theta_{atual}$  = umidade volumétrica atual (%);  $\theta_{pmp}$  = umidade volumétrica no ponto de murcha permanente (%) e  $\theta_{cc}$  = umidade volumétrica na capacidade de campo (%).

Foram feitos gráficos de distribuição de umidade e de disponibilidade de água nos perfis do solo utilizando o software Surfer 7.0 (Golden Software).

A extração de água no sistema radicular foi calculada de acordo Coelho & Or (1996), a qual consiste na diferença entre os percentuais de umidade após uma irrigação e antes da próxima irrigação (Figura 1).



**Figura 1.** Comportamento da umidade do solo, sendo  $\theta_j(r, z)$  o final da irrigação,  $\theta_{j+1}(r, z)$  seis horas após a irrigação (quando a água atinge a sonda a 0,80 m de profundidade) e  $\theta_{j+2}(r, z)$  uma hora antes da irrigação

As zonas de extração de água no sistema radicular foram determinadas pela equação (4):

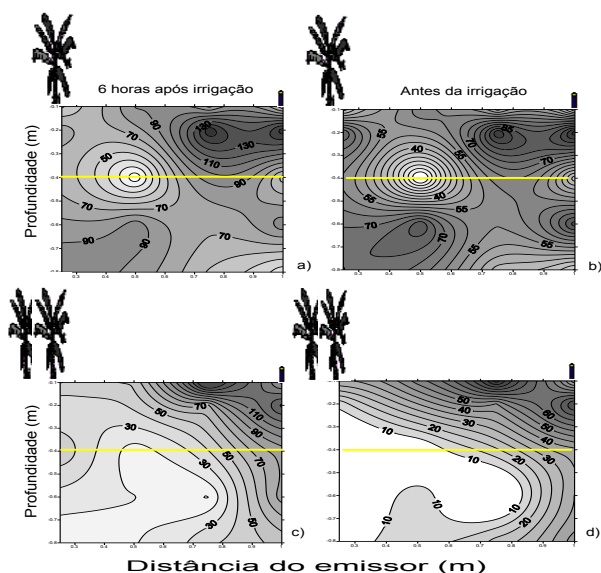
$$\tau_h(r, z) = \theta_{j+1}(r, z) - \theta_{j+2}(r, z) \quad (4)$$

$\tau_h(r, z)$  = extração de total de água no sistema radicular;  $\theta_{j+1}(r, z)$  = seis horas após a irrigação, e  $\theta_{j+2}(r, z)$  = uma hora antes da próxima irrigação, ambos em cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>.

Os valores de extração de água no sistema radicular foram usados em gráficos de contornos (isolinhas) bidimensionais, com auxílio do software Surfer 7.0 (Golden Software), para comparar os perfis de distribuição seis horas depois da irrigação e uma hora antes da próxima irrigação. Também foram determinadas as médias da extração de água no sistema radicular para as diferentes camadas do perfil do solo, e distância da planta, em relação ao emissor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

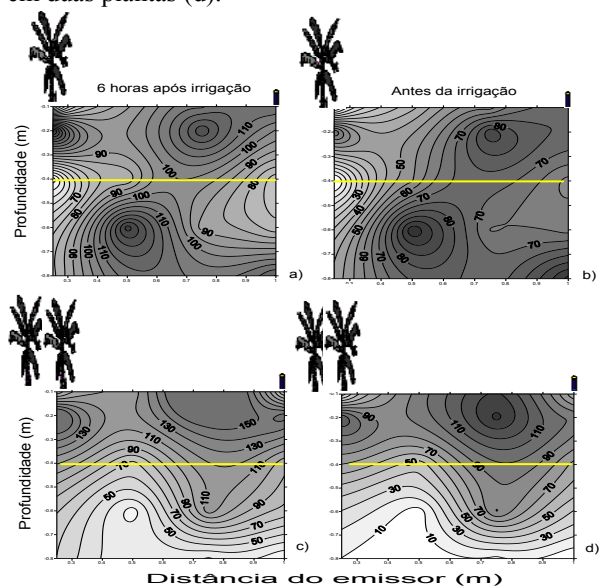
A distribuição de umidade no perfil do solo no tratamento com 60% ETc (L1) se apresentou mais seco, comparado com 100% ETc (L2), onde foram aplicados 2,2 mm a mais que L1. Segundo Coelho et al. (2004), a irrigação da bananeira deve ocorrer quando o solos apresentar percentuais de umidade na faixa de 70 a 65% de água disponível, pois até 0,40 m profundidade existe a maior concentração de raízes da pela planta.



**Figura 2.** Percentuais de água disponível para F1 e F2 submetidas à lâmina de L1 (60% de ETc), seis horas após a irrigação (a e c) e uma hora antes da nova irrigação (b e d).

Na figura 2, observa-se que a precipitação do emissor se concentrou próximo ao mesmo, deixando o solo relativamente seco. O perfil com duas plantas por touceira (c) se encontrou com menor disponibilidade de água quando submetido à lâmina de 60% da ETc, caracterizando uma condição de déficit acumulado, tanto pela redução da lâmina, quanto pela presença de duas plantas, comparado-o com F1 (a).

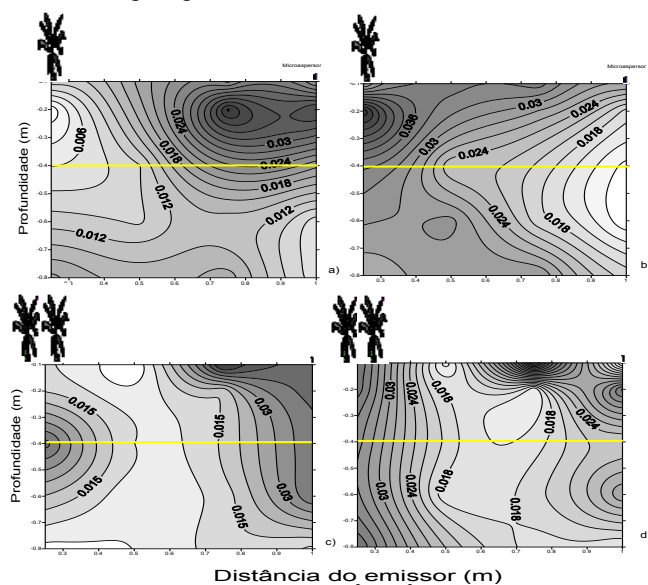
Em L2, figura 3, a água disponível foi mais uniforme seis horas depois da irrigação para uma touceira (a), comparado a duas plantas pro touceira. Com 100% da ETc (b e d), o solo permaneceu com maior percentual de água disponível até 0,4 m de profundidade nas regiões próximas do emissor, o que pode ser explicado pelo sombreamento do solo, diminui a evapotranspiração, além da possibilidade de maior extração em camadas inferiores, principalmente em duas plantas (d).



**Figura 3.** Percentual de água disponível em F1 e F2, submetidas à lâmina de L2 (100% de ETc), seis horas após a irrigação (a e c) e uma hora antes da

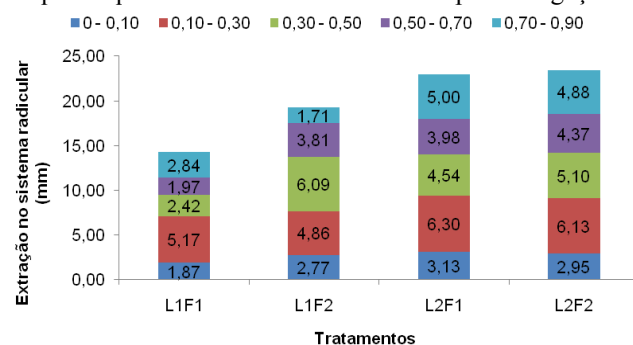
nova irrigação (b e d).

Para Simão (1998), 70% das raízes da bananeira são encontradas a 0,20 m de profundidade e até 1,50 m do pseudocaule, a qual pode ser considerada como a área de potencial extração de água. Coelho et al. (2004), considera que a maior extração de água ocorre até 0,40 m de profundidade, com um percentual de 86% do total consumido pela planta.



**Figura 4.** Extração da água ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) no sistema radicular da bananeira para os tratamentos L1F1 (a), L2F1 (b), L1F2 (c) e L2F2 (d) entre as irrigações

De acordo com a figura 4, os locais de maior extração, correspondem os locais de maior percentuais de água disponível após a irrigação, em todos os perfis. O mesmo foi evidenciado por Silva et al. (2006), estudando o comportamento da distribuição e extração de água pela bananeira cultivar BRS Tropical, identificaram que as regiões de maior intensidade de extração se aproximaram daquelas que se mostraram mais úmidas após a irrigação.



**Figura 5.** Média da água extraída pelo sistema radicular da bananeira para as camadas de 0 – 0,10, 0,10 – 0,30, 0,30 – 0,50, 0,50 – 0,70 e 0,70 – 0,90 m de profundidade, para L1F1, L1F2, L2F1 e L2F2.

As médias de extração de água no sistema radicular da bananeira estão representadas na figura 5, demonstrando que ocorreu maior extração de água em todos os tratamentos na camada 0,10 – 0,30 m, exceto em L1F2, onde a maior extração de água foi na camada de 0,30 – 0,50 m. A presença da camada coesa localizada no horizonte de 0,30 a 0,40 m de profundidade, implica na retenção de água no perfil em função das características dessa camada de solo.

Em relação à distância horizontal (planta-microasensor), a extração de água pelo sistema radicular em L1F1 foi de 36,89% e se concentrou nas distâncias de 0,625 – 0,875 m e para L1F2 de 41,73% com predominância na distância compreendida entre 0,875 - 1,125 m. No que se refere ao tratamento L2F1 e L2F2 = as extrações foram de 31,62% e 36,93% respectivamente e se concentraram na proximidade da planta, entre 0 – 0,375 m. Assim, houve diferença nos locais de extração de água em função da densidade de plantas, que conseqüentemente, pode esta relacionado com as concentrações de raízes.

Na Tabela 3, as maiores extrações ocorreram para a lâmina de 100% de ETc aplicada (L2F1 = 22,96 mm e L2F2 = 23,42 mm). No que diz respeito ao efeito da densidade de plantas, os tratamentos com F2 apresentaram os maiores valores de extração, com L1F2 = 19,24 mm e L2F2 = 23,42 mm. Todos os tratamentos apresentaram percentual superior a 78% de extração de água até a profundidade de 0,70 m. Os resultados comprovam que o maior número de plantas produtivas, promove maior extração de água do sistema radicular. Isso também foi verificado ao considerar as densidades dentro da mesma lâmina aplicada. Os resultado encontrados são próximos aos da ETc do período, que corresponde a 21,98 mm, observados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Total médio da extração de água predominantemente pelo sistema radicular, total da evapotranspiração da bananeira e percentual de extração até a profundidade de 0,70 m

Tratamentos	ESR	EtC	Percentual
	(mm dias <sup>-1</sup> )		
L1F1	14,27	21,98	80,13
L1F2	19,24	21,98	91,13
L2F1	22,96	21,98	78,20
L2F2	23,42	21,98	79,17

ESR – Extração no sistema radicular da bananeira

Simões et al. (2006) em estudo similar para cv. Caipira irrigada por microaspersão confirmaram que os tratamentos conduzidos com duas famílias mantiveram o solo mais seco, principalmente nas camadas superficiais, sendo que 80% da absorção de água ocorreram até a profundidade de 0,75 m e nas zonas de extração próxima aos pontos com maior umidade, corroborando com os valores encontrados neste experimento.

O uso de L2F2 pode ser uma alternativa para o incremento de produção, com diminuição da quantidade de água aplicada à cultura, uma vez que as variáveis agrônômicas sejam mantidas com qualidade de mercado.

## CONCLUSÕES

1. A maior distribuição de água disponível foi encontrado para a lâmina de 100% da ETc;

2. A lâmina de 60% da ETc não foi suficiente para elevar o percentual de água disponível para 100% na zona efetiva do sistema radicular.

3. As maiores extrações de água do perfil ocorreram com a aplicação de 100% da ETc, na camada de 0,10 – 0,30 m.

4. O aumento da densidade de plantas promoveu maior evapotranspiração.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, Roma, n.56, p.1- 300, 1998
- ALMEIDA, O. T.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO FILHO, M. A. Probabilidade de ocorrência de chuva em área do recôncavo sul da Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 98p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, nº 34).
- BELALCAZAR CARVAJAL, et al. Altas densidades de siembra. Infomusa, Montpellier, v.3, n.1, p.12 – 15, 1994.
- COELHO, E.F.; COSTA, E. L.; TEIXEIRA, A. H. de C. Irrigação. In: \_\_\_\_\_. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 132 - 145p.
- COELHO, E. F.; LEDO C. A. DA S.; SILVA, S. de O. Produtividade da bananeira “prata-anã” e “grande naine” no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em Tabuleiros Costeiros da Bahia. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.3, p.435-438, 2006.
- COELHO, E.F.; OR, D. Parametric model for two-dimensional water uptake by corn under drip irrigation. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.60, p.1039-1049, 1996.
- FIGUEIREDO, F. P. de. et al. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.4, p.798-803, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z=&t&o=26&u1=27&u3=1&u4=27&u2=27> >. Acesso em: Maio de 2011.
- SILVA, A. J. P. da; et al. Distribuição e extração de água pela bananeira BRS Tropical submetida a diferentes sistemas de irrigação por gotejamento. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA; 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006.
- SANTOS, D. B. dos, COELHO, E. F. & AZEVEDO C. A. V. de Absorção de água pelas raízes do limoeiro sob distintas freqüências de irrigação. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.3, p.327-333, 2005.
- SIMÃO, S. Tratado de Fruticultura. Piracicaba: FEALQ, 1998. 331p.
- SIMÕES, W. L. ; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A. Extração de água pelas raízes de bananeira sob duas lâminas de irrigação e duas densidades de plantas. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA; 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006.