
DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES E EXTRAÇÃO DE ÁGUA DA BANANEIRA ‘BRS PRINCESA’ SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE IRRIGAÇÃO

Marcelo Rocha dos Santos¹, Eugênio Ferreira Coelho², Sérgio Luiz Rodrigues Donato³, Maria Geralda Vilela Rodrigues⁴

RESUMO

No presente trabalho, objetivou-se avaliar a distribuição de raízes e a extração de água da bananeira ‘BRS Princesa’ sob diferentes configurações de irrigação em região semiárida do norte de Minas Gerais. Para a condução do experimento, foram adotadas cinco estratégias de irrigação: 50% de redução da lâmina de irrigação (LI) com frequência de alternância de lado da planta (FA) de sete dias; 50% de LI e FA de 14 dias; 50% de LI de FA de 21 dias; 50% de LI com irrigação fixa (uma linha lateral de um só lado da planta) e irrigação plena (duas linhas laterais com registros abertos) durante todo o ciclo, com amostragens realizadas em quatro distâncias do pseudocaule (0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 m) e cinco profundidades (0,05 a 15; 0,15 a 0,25; 0,35 a 0,45; 0,55 a 0,65 e 0,75 a 0,85 m), com as estratégias e amostragens dispostas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 4 x 5, com três repetições. As médias de densidade de comprimento de raízes (DCR) foram similares entre os tratamentos, entretanto, quando a bananeira foi submetida à irrigação com déficit parcial, expressou tendência de maior desenvolvimento radicular; houve redução da DCR com a profundidade do solo e manutenção da distribuição de raízes com a distância do pseudocaule; as raízes muito finas e pequenas estiveram concentradas até a profundidade de 40 cm no perfil do solo e 70 a 90% destas raízes estiveram localizadas até 75 cm do pseudocaule; intervalo menor de alternância do lado irrigado na PRD possibilitou extração da água em camadas mais profundas.

Palavras-chaves: *Musa* spp. déficit hídrico. manejo da irrigação. sistema radicular.

ABSTRACT

‘BRS PRINCESA’ ROOT SYSTEM DISTRIBUTION AND WATER EXTRACTION UNDER DIFFERENT IRRIGATION STRATEGIES

The aim of this study was to evaluate root distribution and water uptake patterns of the ‘BRS Princesa’ banana under different irrigation strategies in the semiarid region of northern Minas Gerais. To conduct the experiment, five irrigation strategies were adopted: 50% of water depth reduction (WD), with a 7 day alternation frequency (AF) for the irrigated side of the plant; 50% of WD and AF of 14 days; 50% of WD 21 days; 50% of fixed irrigation WD (one lateral line on only one side of the plant); and full irrigation (two lateral lines with the valve open) throughout the cycle, with samples being collected in four different distances from the pseudostem (0.25, 0.50, 0.75 and 1.0 m) and in five different soil depths (0.05 to 0.15; 0.15 to 0.25; 0.35 to 0.45; 0.55 to 0.65 and 0.75 to 0.85 m). The experiment was arranged in a completely randomized 5 x 4 x 5 factorial design, with three replicates. Average root length density (RLD) was similar among treatments; however, when the banana was subjected to irrigation with partial water deficit, the plant exhibited greater root development; there is a reduction of RLD with the soil depth and maintenance of distribution of the roots with distance from the pseudostem; very thin to small roots are concentrated in a depth of 40 cm in the soil profile and 70 - 90% of these roots are located up to 75 cm from the pseudostem; a shorter interval of alternation of the irrigated side in PRD enables extraction of water in deeper layers.

Keywords: *Musa* spp. water deficit. irrigation management. root system.

Recebido para publicação em 17/05/2016. Aprovado em 30/11/2016.

1 - Eng. Agrônomo, Prof. D.Sc. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi. E-mail: marcelo.rocha@guanambi.ifbaiano.edu.br

2 - Eng. Agrícola, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br

3 - Eng. Agrônomo, Prof. Instituto Federal Baiano, E-mail: sergio.donato@guanambi.ifbaiano.edu.br

4 - Fitotecnia, D.Sc. Pesquisadora da Epamig, Unidade Regional Norte de Minas, E-mail: mgvr@epamig.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor de bananas do mundo, com produção de 6.902.184 toneladas em 2013 (FAO, 2015), sendo 66,54% da produção obtida nas regiões nordeste e sudeste do país. O Estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor, com 40,35% da produção concentrada no norte do estado (IBGE, 2015), mais especificamente, na região do Jaíba, caracterizada como semiárida.

A banana Maçã destaca-se pela preferência dos consumidores e alto valor no mercado brasileiro, entretanto, sua elevada suscetibilidade ao mal-do-Panamá constitui a principal limitação para cultivo. Nesse sentido, o Programa Brasileiro de Melhoramento Genético da Bananeira recomendou cultivares tetraploides (SILVA *et al.*, 2008; 2013), com maior tolerância à seca (DONATO *et al.*, 2015) e frutos tipo Maçã tolerantes (BRS Tropical e BRS Princesa) ao mal-do-Panamá, sendo mais adequadas para uso da irrigação com déficit.

Em regiões semiáridas do Brasil, há irregularidade de distribuição espacial e temporal de chuvas, com índices geralmente inferiores a 800 mm e alta demanda evapotranspirométrica. Como a bananeira é exigente em água em todo seu ciclo, se torna necessário o uso da irrigação, bem como o seu manejo preciso por parte dos produtores. Para melhor manejo da irrigação, torna-se necessário utilizar estratégias que visem o uso racional da água com maximização de sua eficiência (SANTOS *et al.*, 2014a), visando melhor sustentabilidade dos recursos hídricos.

Dentre as estratégias que aumentam a eficiência de uso da água e que são mais aceitáveis do ponto de vista ambiental, destacam-se a irrigação lateralmente alternada (PRD) e a irrigação com déficit controlado (LIMA *et al.*, 2015; SAMPAIO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2013, 2014a, 2014b, SANTOS; MARTINEZ, 2013), que parecem ser mais factíveis de utilização em bananeiras mais tolerantes a déficit hídrico do solo, como híbridos (AAAB) (DONATO *et al.*, 2015).

A PRD ou secamento parcial do sistema radicular – SPR (SAMPALIO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2015) consiste na alternância da irrigação em dois lados de uma planta, a uma frequência definida, sendo as mais utilizadas 7, 14 e 21 dias

(KANG; ZANG, 2004). Esta hipótese baseia-se em respostas bioquímicas das plantas para equilíbrio vegetativo e reprodutivo através do estresse hídrico, com melhoria da produção por unidade de água aplicada (McCARTHY, *et al.*, 2002).

O conhecimento do desenvolvimento da parte aérea e radicular da bananeira possibilita melhor arranjo do sistema de irrigação para aumento da eficiência de uso da água. Identificar a maior densidade de comprimento de raízes (DCR) no perfil do solo e as distâncias horizontais do pseudocule sob diferentes estratégias de irrigação é decisivo para situar corretamente os sensores de umidade no solo, aplicar fertilizantes e elaborar projetos de irrigação. De acordo Azevedo *et al.* (2011), a DCR é parâmetro fundamental para determinar o potencial das culturas em absorver água e nutrientes.

A distribuição das raízes é influenciada pelo conteúdo de água no solo, como resultado do manejo de irrigação adotado (SANTOS *et al.*, 2014), pelas estratégias de irrigação, pelas cultivares (LUCENA, 2013), pelos sistemas de irrigação (SANT'ANA *et al.*, 2012) e pelas condições químicas, físicas e microbiológicas do solo (SEGURA *et al.*, 2015), que estão associadas ao crescimento, desenvolvimento e produção da bananeira. Na literatura, ainda há carência de informação sobre distribuição do sistema radicular da bananeira submetida à irrigação com déficit hídrico. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição de raízes e extração de água da bananeira 'BRS Princesa' cultivada sob diferentes configurações de irrigação em região semiárida do norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com bananeira 'BRS Princesa' (YB42-07), resistente à Sigatoka-amarela e tolerante ao mal-do-Panamá, no primeiro ciclo de produção, com plantas espaçadas de 2,0 x 2,5 m, na Fazenda Experimental do Gorutuba, Epamig, Nova Porteirinha, MG, num solo com 457,5 g kg⁻¹ de areia, 247 g kg⁻¹ de silte e 295 g kg⁻¹ de argila, com umidades médias de 0,3628 cm³ cm⁻³ e 0,2287 cm³ cm⁻³ à -10 kPa e à -1.500 kPa, respectivamente. O clima da região é tipo

BSwh (classificação de Köppen), clima quente de caatinga, com chuvas de verão e períodos secos bem definidos no inverno.

As plantas foram irrigadas por gotejamento, com duas linhas laterais por fileira de plantas, seis gotejadores por planta, três em cada lado. No início de cada linha lateral foi colocado uma válvula, de forma a permitir, quando necessário, a irrigação em apenas um lado da planta. Na determinação da lâmina de irrigação aplicada, foram consideradas a eficiência do sistema de irrigação e a evapotranspiração da cultura (ETc), estimada pelo coeficiente de cultura e pela evapotranspiração de referência obtida pelo método do taque classe A, conforme Allen *et al.* (1998).

Foram feitos cinco tratamentos, dos quais, três foram na forma de estratégias baseadas na irrigação lateralmente alternada (PRD), dispostos em delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, estabelecidos conforme Santos *et al.* (2015), sendo T1 – 50% de redução da lâmina de irrigação (LI) com frequência de alternância de lado da planta (FA) de sete dias durante todo o ciclo produtivo; T2 – 50% de LI e FA de 14 dias no ciclo; T3 – 50% de LI de FA de 21 dias; T4 – 50% de LI com irrigação fixa (apenas uma linha lateral de um só lado da planta); e, T5 - irrigação plena (duas linhas laterais com registros abertos) durante todo o ciclo.

As lâminas brutas acumuladas aplicadas nos

diferentes tratamentos foram de 472,38 mm para as irrigações nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, e de 944,76 mm para tratamento 5 (irrigação plena). A evapotranspiração de referência, coeficiente da cultura e as lâminas aplicadas nos tratamentos constam na Figura 1.

No final do período de floração, foram realizadas amostragens de raízes das plantas dos diferentes tratamentos para avaliação da distribuição do sistema radicular. Para cada tratamento de irrigação foram coletadas raízes de três plantas, em uma malha no perfil do solo, com quatro distâncias do pseudocaulo: 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 m e cinco profundidades: 0,05 a 15; 0,15 a 0,25; 0,35 a 0,45; 0,55 a 0,65 e 0,75 a 0,85 m, tendo cada amostra representada 10 x 10 x 10 cm de dimensão, correspondendo a 1.000 cm³ de volume (Vr).

As amostras de raízes foram colocadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório, onde foram separadas do solo por lavagem com água. Uma vez separadas, as raízes de cada posição do perfil do solo foram digitalizadas e transformadas em imagem de arquivos Tagged Image File Format - TIFF. Essas imagens digitalizadas foram submetidas ao aplicativo Rootedge (Kaspar & Ewing, 1997), para que fossem determinadas as características geométricas (comprimento e diâmetro) das raízes. O comprimento da raiz (Cr) foi usado para determinar a densidade de comprimento de raízes (DCR) em um volume de

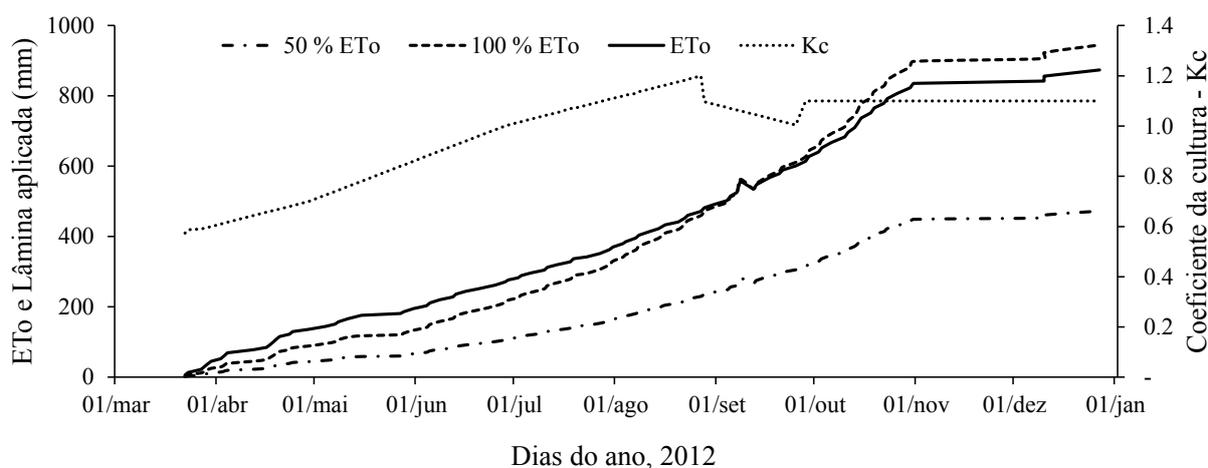


Figura 1. Evapotranspiração de referência – ETo; lâmina de irrigação acumulada para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 (50% ETo) e para o tratamento 5 (100% ETo) e coeficiente da cultura – Kc. Nova Porteirinha, MG, 2012.

amostra (V_r), sendo o $DCR = Cr V_r^{-1}$.

A densidade de comprimento de raízes foi analisada considerando-se todas as raízes por tratamento, raízes muito finas a pequenas (diâmetro menor que 5,0 mm) e raízes com diâmetro médio a muito grande (diâmetro superior a 5,0 mm), conforme descrito em Santos et al. (2014a).

A extração de água foi avaliada em três tratamentos: PRD 50% - 7 dias, PRD 50% - 21 dias e irrigação plena. A seleção desses tratamentos para avaliação da extração de água considerou a representatividade da irrigação com déficit (50% da ETc), englobando o menor e o maior período de alternância e a condição de irrigação plena e, adicionalmente, o fato da limitação por disponibilidade de TDR para realizar mensurações em todos os tratamentos de forma simultânea e contínua. No caso de redução de água aplicada, os dados foram computados durante o período em que o lado foi irrigado na mesma época da amostragem das raízes. A extração foi medida por meio de um sistema automático de coleta de umidades na malha contendo um reflectômetro TDR, um datalogger e multiplicadores de leituras com sondas de TDR instaladas em cada posição da malha. A extração foi obtida por diferença de umidade entre dois tempos, o primeiro considerado seis horas após irrigação, quando tanto a infiltração de água como a redistribuição no solo cessa, dando lugar a extração pelas raízes, e o segundo tempo imediatamente antes da próxima irrigação, 25 horas após a irrigação anterior. Em cada ponto da malha computou-se a lâmina de água equivalente à umidade, em seguida, computou-se a média dessas

lâminas nas quatro distâncias do pseudocaule para cada profundidade. A extração foi acumulada em profundidade.

Para análise estatística dos dados das características avaliadas, adotou-se o arranjo em esquema fatorial 5 x 4 x 5, em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo: cinco estratégias de irrigação, quatro distâncias do pseudocaule e cinco profundidades amostradas. Submeteram-se os dados de densidade de comprimento de raízes (DCR) muito finas a pequenas, raízes grandes e raízes totais (todas as raízes) ao teste de normalidade de Lilliefors e à análise de variância não paramétrica; compararam-se, ainda, as médias dessas variáveis pelo Teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade para o fator irrigação e utilizou-se análise de regressão para os fatores distâncias e profundidades. Para a escolha dos modelos regressão, consideraram-se a adequação aos fenômenos estudados; a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t e os valores dos coeficientes de determinação ajustados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise de variância não paramétrica, depreende-se não haver influência das estratégias de irrigação na distribuição de raízes da bananeira 'Princesa' sob diferentes períodos de alternância da irrigação lateralmente alternada (PRD) e irrigação fixa (Quadro 1), em que, para qualquer diferença entre as médias das ordens o valor é inferior a 9,49 ($P=0,05$), pois o teste compara as diferenças entre as médias das ordens e não as médias dos dados.

Quadro 1. Quadro de análise de variância não paramétrica das variáveis analisadas

Irrigação	DCR muito finas a pequenas		DCR médio a muito grande		DCR todas as raízes	
	Médias					
	dos dados	das ordens	dos dados	das ordens	dos dados	das ordens
1	0,00177	9,375	0,0574	9,75	0,0592	10,25
2	0,00122	8,333	0,0493	9,00	0,0506	8,667
3	0,00212	9,667	0,0481	7,667	0,0502	7,667
4	0,00205	10,125	0,0629	12,75	0,0649	12,25
5	0,00142	7,000	0,0336	4,33	0,0351	4,667
Valor do teste	0,796		5,065		4,333	
P = 0,05	9,49		9,49		9,49	

Os resultados possibilitam inferir que há tendência no aumento da DCR quando a planta passa por déficit hídrico. Isso pode ser atribuído ao fato de que, em condição de déficit hídrico, há maior investimento em raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013) e redução da área foliar em decorrência de mudança na razão parte aérea/raiz, alteração nos drenos preferenciais, que é dependente do grau de intensidade da seca. Resultados semelhantes com uso do déficit hídrico foram encontrados por Santos *et al.* (2014), que, ao estudarem a distribuição do sistema radicular da mangueira 'Tommy Atkins' sob irrigação com déficit controlado, verificaram tendência de aumento na densidade de comprimento de raízes com déficit parcial de 50% da ETc quando aplicado na fase de maior demanda de água pela cultura.

Os resultados também são concordantes com Boni *et al.* (2008), que verificaram maior distribuição radicular do cajueiro, tanto verticalmente como horizontalmente no solo, para as condições sem irrigação, comparadas às irrigadas. Esses autores ressaltaram que a busca por água é mais intensa pelas raízes menores em condições de menor disponibilidade de água no solo. É amplamente aceito na literatura que as raízes de plantas sob déficit hídrico moderado crescem mais do que as que recebem água adequadamente (KRAMER; BOYER, 1995). Santos *et al.* (2014a) ressaltam que esse comportamento é explicado pela maior alocação de fotoassimilados para as raízes, que permite a absorção de água nas camadas mais profundas do solo e pela disponibilidade e conteúdo de água no

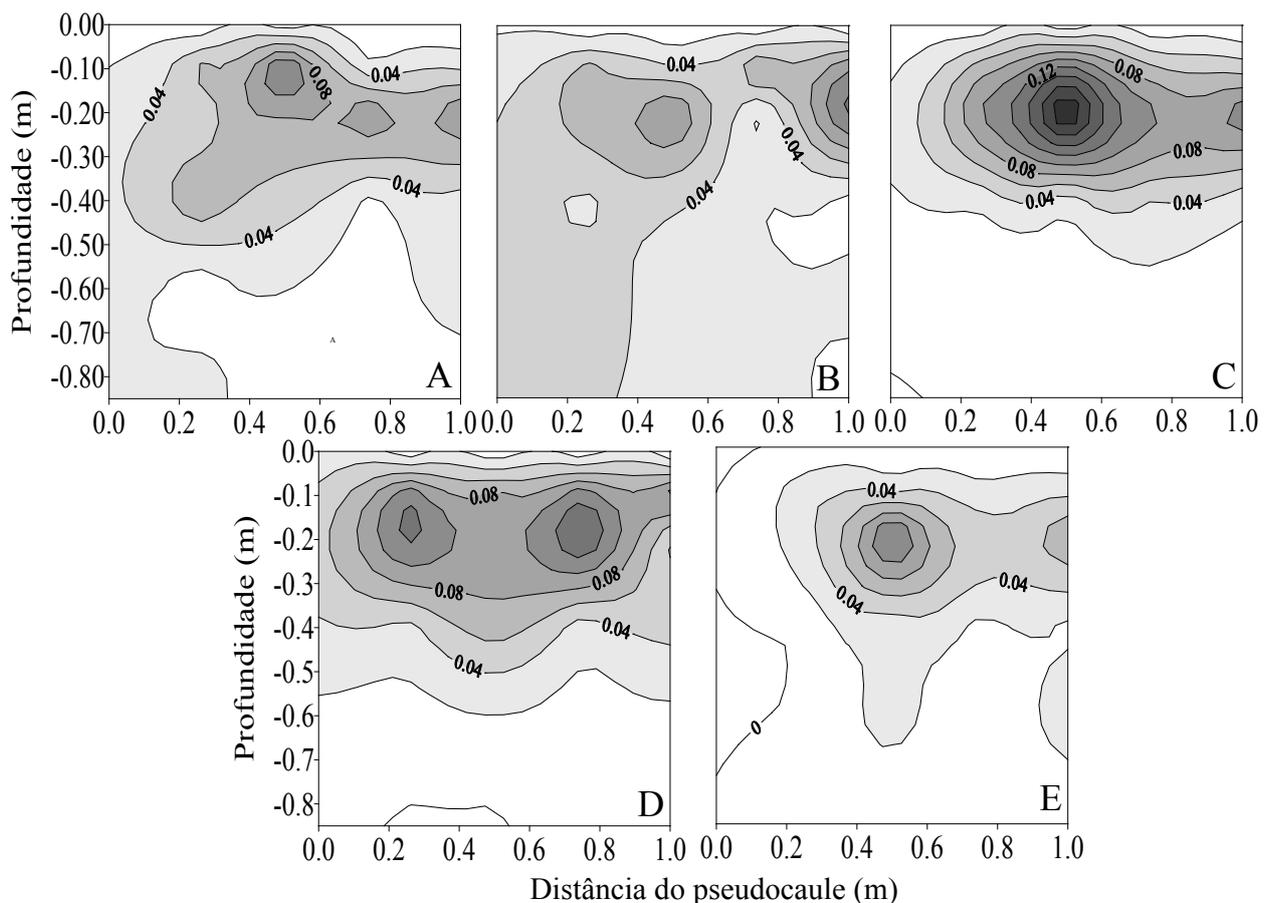


Figura 2. Densidade de comprimento de raízes totais – DCR (cm cm^{-3}) da bananeira 'Princesa' sob PRD50%ETc7DIAS (A), PRD50%ETc14DIAS (B), PRD50% ETc21DIAS (C), 50%ETc – evapotranspiração da cultura (D) e IP – irrigação plena (E). Nova Porteirinha, MG.

solo, suficiente para manter o turgor e proporcionar o crescimento da raiz.

Houve presença de raízes com diâmetro menor que 2,0 cm, porém, com predominâncias das raízes de diâmetro superior a 0,5 cm, representando 96,30% de todas as raízes (Quadro 2). As raízes com menores diâmetros, que são as mais responsivas à absorção de água e nutrientes, representam para a bananeira ‘Princesa’, independentemente da estratégia de irrigação, 3,70%. Esse padrão baixo de distribuição de raízes com menores diâmetros foi verificado por Santos *et al.* (2014a) na mangueira ‘Tommy Atkins’ submetida a irrigação com déficit controlado, sequeiro e irrigação plena, independente do regime hídrico, onde as raízes muito finas representaram 5,73% do todas das raízes.

Independente da distância do pseudocaule, há maior concentração de raízes até a profundidade de 0,40 m para todas as classes de raízes (Figuras 3D, E e F). Esses resultados são similares aos obtidos por Coelho *et al.* (2005), em que, para gotejamento superficial, 80% das raízes estiveram concentradas até os primeiros 45 cm de profundidade. Verifica-se na Figura 3A e Figura 3D, principalmente para menores distâncias e menores profundidades, maior amplitude dos comprimentos de raízes entre os tratamentos, evidências de que as estratégias de irrigação apresentam tendência de influenciar na classe de raízes muito finas. Considerando as raízes muito finas, toda distribuição está até 0,40 m (Figura 3D), assumindo que essas raízes são as mais ativas na absorção de água. A profundidade ideal para instalação de sensores de umidade seria até essa profundidade.

Em estudo sobre distribuição do sistema

radicular do mamoeiro sobre diferentes sistemas de irrigação, Coelho *et al.* (2005) verificaram que, sobre gotejamento superficial, 80% das raízes estão concentradas até os primeiros 45 cm de profundidade. Sant’Ana *et al.* (2012) observaram predominância de raízes muito finas em toda a zona radicular, sendo que as zonas com maiores densidades de comprimento radicular, até 0,40 m de profundidade, foram as regiões com maior extração de água nos sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão e aspersão convencional, o que corrobora com os resultados do presente trabalho como profundidade indicada para a instalação de sensores de umidade.

A densidade de comprimento de raízes reduziu-se linearmente com a profundidade, independentemente das estratégias de irrigação, para todas as classes de raízes (Figura 4).

A distribuição das raízes foi condizente com a extração de água por elas, isto é, a percentagem acumulada de raízes muito finas a pequenas seguiu o mesmo comportamento da percentagem de extração acumulada (Figura 3F). Em um ciclo de irrigação 80% da extração de água do perfil avaliado ocorreu às profundidades de 0,30 m para a frequência de alternância de 21 dias e à profundidade 0,60 m para a frequência de alternância de 7 dias e para a irrigação plena (Figura 5). Esses resultados indicam que a aplicação de 50% da lâmina calculada com alternância do lado irrigado a cada 21 dias não permitiu manter umidade suficiente para o desenvolvimento de raízes e absorção de água nas profundidades maiores do perfil do solo, o que não ocorreu sob irrigação plena ou com aplicação de 50% da lâmina calculada pela alternância de lado irrigado a cada 7 dias. Na

Quadro 2. Densidade de comprimento de raízes (cm cm⁻³) muito finas a pequenas (DCR<0,5 cm), média a grande (DCR 0,5-2,0 cm) e todas as raízes (DCR Total) sob irrigação lateralmente alternada PRD50% ETc7DIAS, PRD50% ETc14DIAS, PRD50% ETc21DIAS, 50% ETc – evapotranspiração da cultura e IP – irrigação plena, Nova Porteirinha, MG.

Classes	PRD50%7D	PRD50%14D	PRD50%21D	50%ETc	IP
DCR<0,5	0,0020	0,0011	0,0022	0,0026	0,0012
DCR 0,5-2,0	0,047	0,050	0,049	0,062	0,031
DCR Total	0,049	0,051	0,051	0,065	0,032

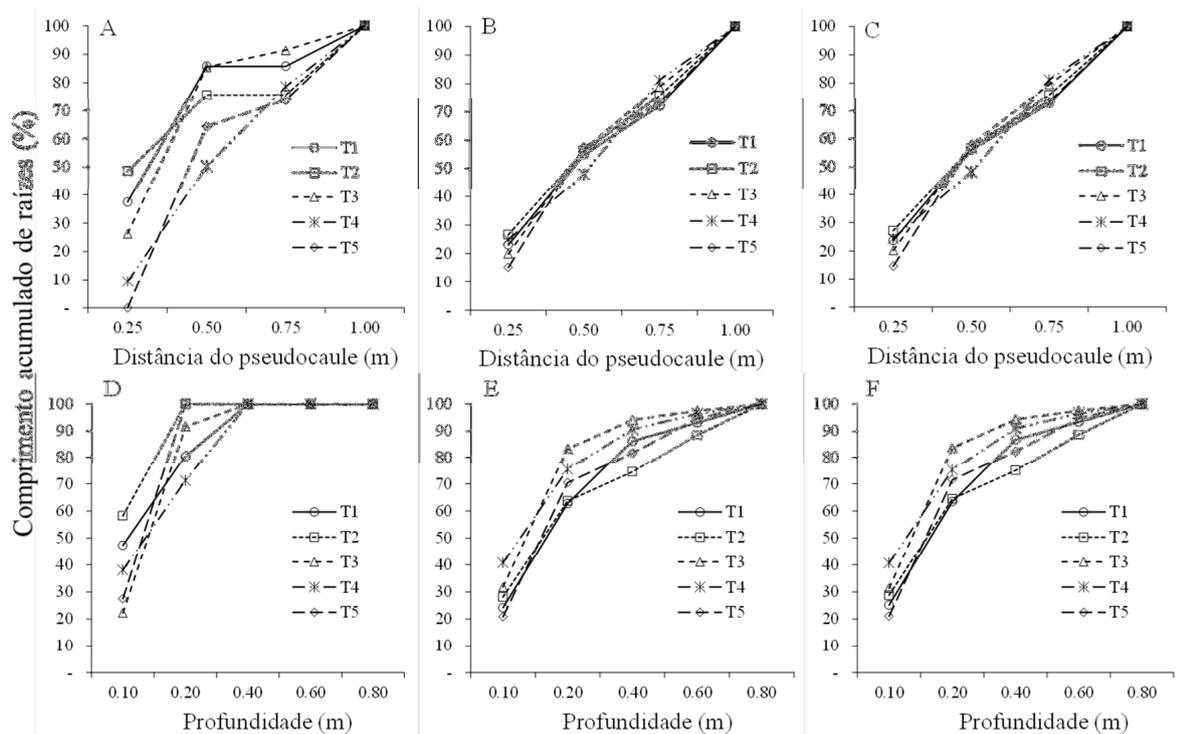


Figura 3. Comprimento de raízes muito finas a pequenas – diâmetro menor que 0,5 cm - (A e D), pequenas a grandes com diâmetro entre 0,5 a 2 cm (B e E) e total (C e F) de bananeira 'Princesa' sob diferentes estratégias de irrigação lateralmente alternada: T1 - PRD50%ETc7DIAS, T2 - PRD50%ETc14DIAS, T3 - PRD50%ETc21DIAS, T4 - 50%ETc – evapotranspiração da cultura e T5 - IP irrigação plena, em função da distância do pseudocaulo e da profundidade, Nova Porteirinha, MG.

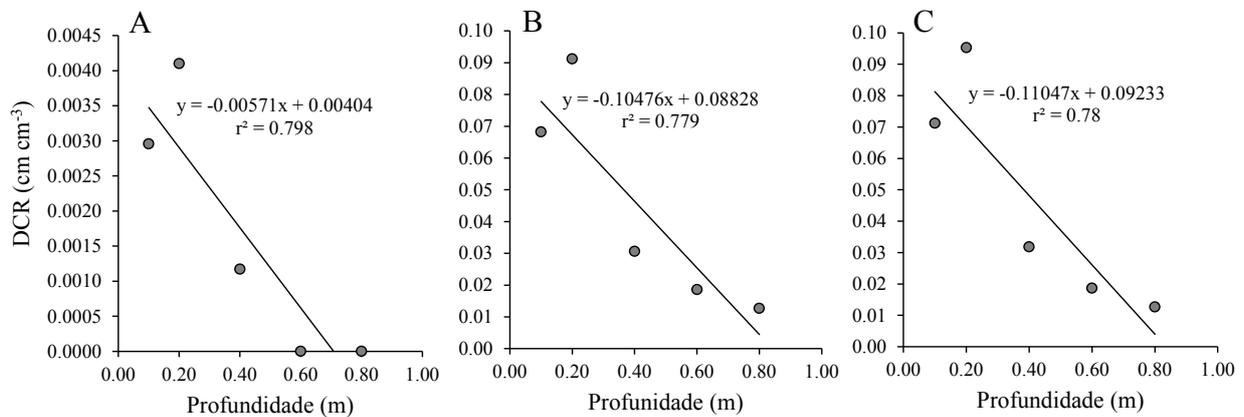


Figura 4. Densidade de comprimento de raízes (DCR) em função da profundidade (Z) para as raízes muito finas a pequenas (A), médias a grandes (B) e todas as raízes (C) da bananeira 'Princesa'. Nova Porteirinha, MG.

camada de até 0,20 m de profundidade, a extração de água do perfil para a PRD50% com 21 dias de alternância foi de 60% indicando que as raízes com menores diâmetros tiveram maior contribuição em relação às demais raízes nessa camada para esse

tratamento. A extração total no perfil ocorreu até 0,40 m de profundidade nesse tratamento, o que coincidiu com a distribuição de densidade de raízes observada na Figura 2C, onde o sistema radicular se distribui até 0,40 m.

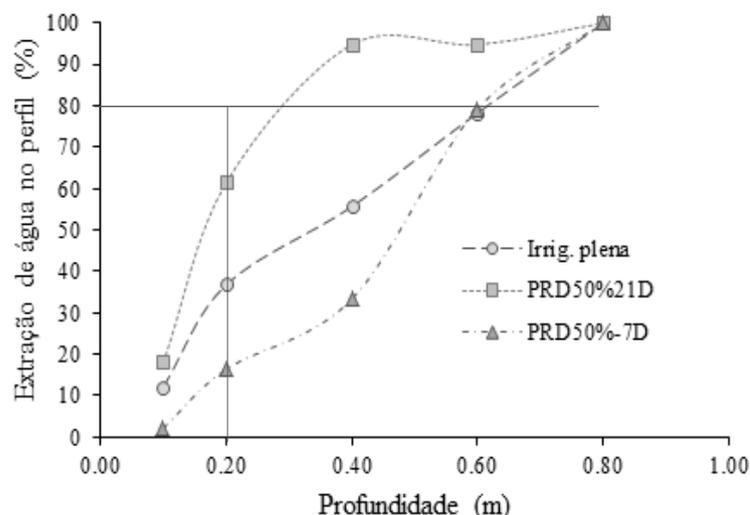


Figura 5. Extração de água do perfil do solo sob irrigação plena, PRD com 50% da ETC com alternância de 21 dias e PRD com 50% da ETC com alternância de 7 dias. Nova Porteirinha, MG.

CONCLUSÕES

- O déficit hídrico parcial no solo, ocasionado pelo secamento parcial das raízes, não limita a distribuição do sistema radicular da bananeira ‘Princesa’;
- As raízes com menores diâmetros estão concentradas até a profundidade de 40 cm no perfil do solo e 70 a 90% dessas raízes estão localizadas até 75 cm do pseudocaulo, o que indica localização de sensores de umidade do solo e aplicação de fertilizantes, respectivamente;
- A distribuição do sistema radicular é constante para todas as distâncias, independente da profundidade, e se reduz com a profundidade para todas as distâncias e condição de irrigação.
- Um intervalo menor de alternância do lado irrigado na PRD possibilita extração da água em camadas mais profundas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuário brasileiro da Fruticultura 2014 /Erna Regina Reetz ... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 104p. : il.

BONI, G.; COSTA, C.A.G.; GONDIM, R.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; OLIVEIRA, V.H.

Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, p.1-6, 2008.

BORGES, A.L.; COELHO, E.F.; COSTA, E.L.; TEIXEIRA, A.H. C. In: SOUZA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF, Embrapa informação tecnológica, 2011. 771p.

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, p.175-178, 2005.

DONATO, S.L.R.; ARANTES, A.M.; COELHO, E.F.; RODRIGUES, MG.V. Considerações ecofisiológicas e estratégias de manejo da bananeira. In: VIII SIBANANA. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANANICULTURA, VIII., 2015, Montes Claros. **Anais...** Belo Horizonte: Epamig, 2015. p.1-32.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em 22 jul. 2015.

IBGE-SIDRA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 22 jul. 2015.

LIMA, R.S.N. FIGUEIREDO, F.A.M.M.; MARTINS, A.O.; DEUS, B.C.S.; FERRAZ, T.M.; GOMES, M.M.A.; SOUSA, E.F.; GLENN, D.M.; CAMPOSTRINI, E. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity, and water-use efficiency of papaya. **Scientia Horticulturae**, v.183, p.13-22, 2015.

LUCENA, C.C. de. **Estratégias de manejo de irrigação de bananeiras baseadas em coeficientes de transpiração e área foliar**. 2013. 152f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

KANG, S.Z.; ZHANG, J. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v.10, p.1-10, 2004.

KISSEL, E.; VAN ASTEN, P.; SWENNEN, R.; LORENZEN, J.; CARPENTIER, S.C. Transpiration efficiency versus growth: Exploring the banana biodiversity for drought tolerance. **Scientia Horticulturae**, v.185, p.175-182, 2015.

Kramer, P.J.; Boyer, J.S. Water relations of plants and soil. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 495p.

McCARTHY, M.G.; LOVEYS, B.R.; DRY, P.R.; STOLL, M. Regulated deficit irrigation and partial root zone drying as irrigation management techniques for grape vines. In: FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Deficit Irrigation Practices. Roma: FAO, 2002. p.79-87. (Water Reports 22)

MUTHUSAMY, M.; UMA, S.; BACKIYARANI, S.; SARASWATHI, M.S. Computational prediction, identification, and expression profiling of microRNAs in banana (*Musa* spp.) during soil moisture deficit stress. **The Journal of**

Horticultural Sciences & Biotechnology, v.89, n.2, p.208-214, 2014.

RAVI, I.; UMA, S.; VAGANAM, M.M.; MUSTAFFA, M.M. Phenotyping bananas for drought resistance. **Frontiers in physiology**, Ohio, v.4, n.1, p.1-15, 2013.

SAMPAIO, A.H.R.; COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F.; DANIEL, R.; OLIVEIRA, V.V.M.; CARVALHO, G.C.; SANTANA JUNIOR, E.B. Déficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima ácida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1141-1148, 2010.

SAMPAIO, A.H.R.; COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.; MACHADO, V.V.; CARVALHO, G.C.; SANTANA JUNIOR, E.B. Déficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima ácida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1141-1148, 2010.

SANT'ANA, J.A.V.; COELHO, E.F.; FARIA, M.A.; SILVA, E.L.; DONATO, S.L.R. Distribuição de raízes de bananeira 'Prata-Anã' no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.124-133, 2012.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.362-369, 2014a.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Tommy Atkins mango yield and photosynthesis under hydric deficit in semiarid region of Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.899-907, 2014b.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A. Soil water distribution and extraction by 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) trees under different

irrigation regimes. **Idesia**, v.31, p.7-16, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R. Gas exchanges of ‘Tommy Atkins’ mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v.29, p.1141-1153, 2013.

SANTOS, M.R.; NEVES, B.R.; SILVA, B.L.; DONATO, S.L.R. Yield, Water Use Efficiency and Physiological Characteristic of “Tommy Atkins” Mango under Partial Rootzone Drying Irrigation System. **Journal of Water Resource and Protection**, v.7, n.13, p.1029-1037, 2015.

SEGURA, R.A.; SERANO, E.; POCASANGRE, L.; ACUÑA, O.; BERTSCH, F.; STORVOGEL, J.J.; SANDOVAL, J.A. Chemical and microbiological interactions between soils and roots in commercial banana plantations (*Musa* AAA, cv. Cavendish). **Scientia Horticulturae**, v.197, p.66-71, 2015.

SURENDAR, K.K.; DEVI, D.D.; JEYAKUMAR, P.; VELAYUDHAM, K.; RAVI, I.; Changes in Proline and Polyphenol oxidase enzyme activity in some Banana Cultivars and Hybrids under water stress. **Genomics and Applied Biology**, v.6, n.4, p.1-6, 2015.

SURENDAR, K.K.; RAJENDRAN, V.; DEVI, D.D.; JEYAKUMAR, P.; RAVI, I.; VELAYUDRAM, K. Impact of water deficit on growth attributes and yields of banana cultivars and hybrids. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v.8, n.48, p.6116-6308, 2013.

SILVA, S.O.; PEREIRA, L.V.; RODRIGUES, M.G.V. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.245, p.78-83, 2008.

SILVA, S.O.; AMORIM, E.P.; SANTOS-SEREJO, J.A. FERREIRA, C.F.; RODRIGUEZ, M.A.D. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.919-931, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

VANHOVE, A.C.; VERMAELEN, W.; PANIS, B.; SWENNEN, R.; CARPENTIER, S.C. Screening the banana biodiversity for drought tolerance: can an *in vitro* growth model and proteomics be used as a tool to discover tolerant varieties and understand homeostasis. **Frontiers in Plant Science**, Paris, v.3, n.176, p.1-10, 2012.