



Distribuição do sistema radicular de mangueira ‘Tommy Atkins’ sob diferentes regimes de irrigação

Marcelo Rocha dos Santos¹, Breno Rosa Neves², Bismarc Lopes da Silva², Sergio Luiz Rodrigues Donato¹

¹Eng. Agr^o, Professor DSc. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi. E-mail: marrochas@yahoo.com.br; sergiodonatoef@yahoo.com.br

²Graduando em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi. E-mail: brenocumuru@gmail.com; bismarc.bjl@gmail.com

Resumo: A distribuição do sistema radicular das culturas é consequência dos fatores genéticos, das características do solo, do teor de água e de nutrientes no solo e da idade da planta. O seu conhecimento é essencial para a realização de práticas sustentáveis de cultivos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição do sistema radicular da mangueira ‘Tommy Atkins’ sob diferentes regimes de irrigação no semiárido baiano. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições: 1 – Irrigação suprimindo 100% da ETc nas fases: I (início da floração a início da expansão dos frutos), II (início da expansão até início da maturação fisiológica) e na fase III (maturação fisiológica dos frutos); 2 – RDI com 50% da ETc na fase I; 3 – RDI com 50% ETc na fase II; 4 – RDI com 50% ETc na fase III; 5 – Sequeiro. As raízes foram coletadas nas distâncias do caule de: 0,50; 1,00; 1,50; 2,00 e 2,50 m e para cada distância nas profundidades médias de 0,10; 0,35; 0,60 e 0,85 m, após o término do segundo ciclo produtivo. Não houve diferenças significativas na densidade de comprimento de raízes (DCR) entre os tratamentos 1, 2, 3 e 4, assim como, entre os tratamentos 1, 4 e 5. A maior densidade de comprimento de raízes está concentrada de 0,0 a 1,0 m de distância da planta e de 0,20 a 1,20 m de profundidade no solo.

Palavras-chave: distribuição de raízes, RDI, manejo de irrigação

1. INTRODUÇÃO

Os padrões de distribuição do sistema radicular da mangueira e de qualquer outra cultura são consequências da interação entre fatores genéticos, características do perfil do volume de solo, onde se desenvolve o sistema radicular, o teor de água do solo, que atua na resistência do solo à penetração das raízes e componente da distribuição de água/ar, e a temperatura do solo (Klepper, 1987; Gregory, 1987). A distribuição do sistema radicular é função das características físicas do solo, em especial da textura e estrutura (Avilan et al., 1984). Outros fatores como: idade da planta e teor de nutrientes no solo contribuí para diferentes padrões de distribuição radicular. O seu conhecimento tem importância direta no manejo do solo, na adubação das culturas, elaboração de projetos de irrigação e, essencialmente para o manejo sustentável da irrigação.

A mangueira é cultivada em todos os estados do nordeste, em particular nas áreas irrigadas da região semiárida, que apresentam excelentes condições para o desenvolvimento da cultura e a obtenção de elevada produtividade e qualidade de frutos. Nesta região a demanda de recursos hídricos é superior à sua disponibilidade. Numa visão de sustentabilidade produtiva e ambiental, estratégias de manejo de irrigação no que diz respeito ao uso racional de água devem ser adotadas. Neste âmbito, podemos destacar as técnicas de irrigação denominadas de irrigação com déficit controlado – RDI (Regulated Deficit Irrigation) e irrigação lateralmente alternada – PRD (Partial Rootzone Drying).

A RDI é um manejo de irrigação utilizado em fruteiras e outras culturas, que consiste na aplicação da irrigação com *déficits* em estádios de desenvolvimento da planta cujo crescimento e qualidade do fruto têm baixa sensibilidade ao estresse hídrico, ou seja, é possível a redução do consumo de água e energia sem grandes prejuízos na qualidade do fruto e na produtividade do pomar (PAÇO, 2003). Por outro lado, o manejo de irrigação baseado na PRD, consiste na alternância do lado da planta a ser irrigado, durante 10 a 14 dias, entre as fases fenológicas de pagamento do fruto e colheita.



Estudos no âmbito da distribuição do sistema radicular da mangueira (*Mangifera indica* L.) são poucos explorados, principalmente no que se refere a plantas de diferentes idades e sob diversos regimes de irrigação. Para Coelho et al. (2002) a distribuição de raiz da mangueira tem sido mais estudada em condições sem irrigação que irrigadas, e, de certa forma tem havido concordância entre os autores quanto à definição dos padrões de distribuição de raízes da cultura.

O sistema radicular da mangueira é caracterizado por uma raiz pivotante, que pode se aprofundar bastante no solo, o que permite uma boa sustentação da planta e sua sobrevivência em períodos de seca. Outras raízes verticais originam-se de raízes da superfície, as quais, a exemplo da pivotante, apresentam radículas, principais responsáveis pela absorção da solução do solo (CUNHA et al., 2002).

Santos (1997) ressalta que 86,5% do comprimento total de raízes encontram-se até a distância de 1,75 m do caule da planta com maior concentração na camada superficial (0,25 m de profundidade), portanto, até 0,75 m de profundidade, encontram-se 70% do total das raízes da mangueira ‘Haden’. 68% das raízes de absorção e 86% das raízes de sustentação estão localizadas na faixa horizontal de 0,90 a 2,60 m em relação ao caule e à profundidade de 0,0 a 1,00 m, em estudo realizado por Choudhury e Soares (1992) com ‘Tommy Atkins’, irrigada por aspersão sobcopa em Latossolo na fazenda Fruitfort, Petrolina-PE.

Coelho et al. (2001) avaliaram a distribuição de raízes de mangueiras ‘Tommy Atkins’ sob irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) em solo arenoso de tabuleiros costeiros. No geral, em sistema de gotejamento, as raízes da planta se limitaram a 3,5 m do caule na horizontal e a 1,4 m de profundidade. Para a microaspersão as raízes ficaram limitadas a 3,0 metros do caule e também à profundidade de 1,4 metros.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição do sistema radicular da mangueira ‘Tommy Atkins’ sob diferentes regimes de irrigação no semiárido baiano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido numa área experimental da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) localizada no Perímetro Irrigado de Ceraíma no Município de Guanambi, Sudoeste da Bahia, com latitude de 14°17’27’’ S, longitude de 42°46’53’’ W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 25,6 °C, em um Neossolo Flúvico eutrófico, de textura média com argila de alta atividade (Tabela 1).

Tabela 1 - Características físicas do Neossolo Flúvico

Características físicas	Profundidade (m)			
	0-0,25	0,25-0,50	0,50- 0,75	0,75-1,00
Areia Grossa (kg kg ⁻¹) ¹	0,08	0,05	0,01	0,00
Areia Fina (kg kg ⁻¹) ¹	0,41	0,43	0,76	0,16
Silte (kg kg ⁻¹) ²	0,27	0,28	0,12	0,52
Argila (kg kg ⁻¹) ²	0,24	0,24	0,11	0,32
Massa específica do solo (kg dm ⁻³) ³	1,62	1,38	1,34	1,31
Massa específica das partículas (kg dm ⁻³) ⁴	2,51	2,58	2,62	2,66
Retenção de água a -10 kPa (m ³ m ⁻³) ⁵	0,43	0,37	0,19	0,66
Retenção de água a -1.500 kPa (m ³ m ⁻³) ⁵	0,15	0,12	0,05	0,16

¹Por peneiramento; ²Método da Pipeta; ³Método da proveta e anel volumétrico; ⁴Método do balão volumétrico; ⁵Equipamento de placa porosa.

Na Figura 1 são representados os valores diários de precipitação e valores médios de umidade relativa e, na Figura 2 são apresentados os valores médios de temperatura e velocidade do vento para a localidade nos dois anos de condução do experimento.

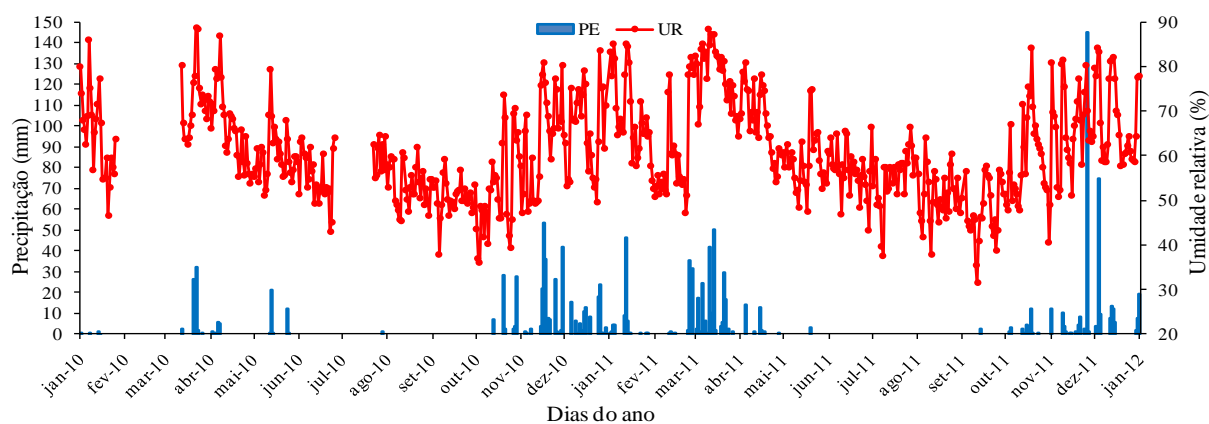


Figura 1 - Precipitação (PE) e umidade relativa média (UR) diária para os anos de 2010 e 2011 na localidade de Cerafima, Guanambi – BA.

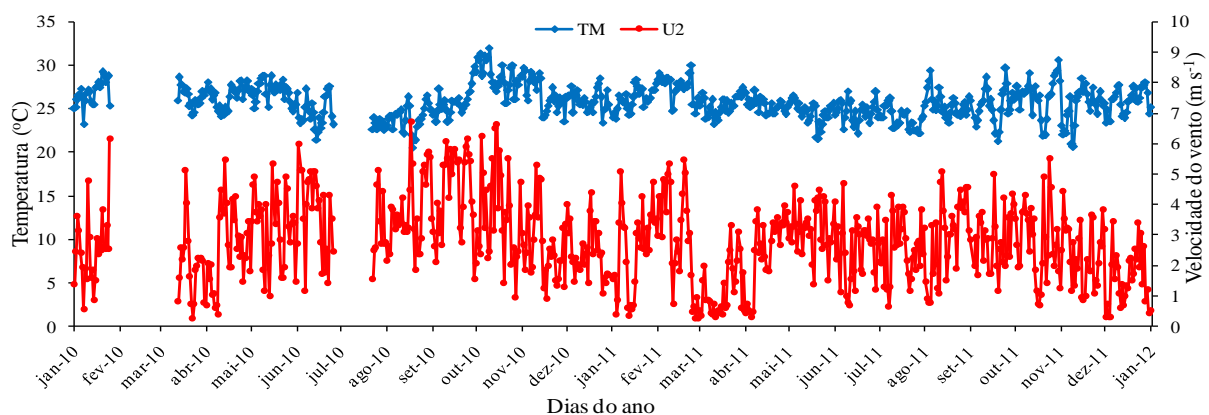


Figura 2 - Temperatura média (TM) e velocidade do vento média a dois metros de altura (U2) diária para os anos de 2010 e 2011 na localidade de Cerafima, Guanambi – BA.

O estudo teve como base o uso da irrigação com déficit controlado (RDI), irrigação plena e condição de sequeiro e suas influências na distribuição do sistema radicular da mangueira ‘Tommy Atkins’.

O experimento foi conduzido em um pomar com plantas espaçadas de 8,0 m x 8,0 m, aos 11 e 12 anos de idade, desde a floração até maturação dos frutos. As plantas foram irrigadas por microaspersão com um emissor por planta, aplicando uma vazão de 50 L h⁻¹ à pressão de 200 kPa.

Na execução do experimento foram consideradas as técnicas de produção de manga utilizadas na região, onde, após a colheita foi realizada a poda das plantas, adubação: 500 g de MAP (fosfato monoamônico), 200 g de sulfato de amônio, 150 g de cloreto de potássio 20 kg de esterco de galinha por planta. A irrigação foi realizada diariamente durante um período no qual a planta emitisse dois fluxos vegetativos, após a emissão dos fluxos, cessou-se a irrigação e com posterior aplicação do regulador de crescimento Paclobutrazol.

Os tratamentos de irrigação com déficit controlado foram aplicados da floração à maturação dos frutos nas três fases de seu desenvolvimento conforme Lima et al. (2001) nas condições de Iaquí/BA e adotado por Cotrim et al. (2011) em seu trabalho. A Fase I corresponde ao início de floração (IF) e vai até o pegamento dos frutos, que acontece em torno de 65 dias após o início da floração. A Fase II compreende a expansão do fruto, ocorrendo até aproximadamente 95 dias após o IF. A Fase III corresponde ao final de crescimento e maturação fisiológica do fruto que ocorre até em torno de 120 dias após o IF.



Na Tabela 2 são apresentados os diferentes regimes de irrigação, onde, T1 foi irrigação plena; T2, T3 e T4 irrigação com déficit controlado (RDI) e T5 condição de sequeiro.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos dos regimes de irrigação adotados no experimento

Tratamento	% da ETc		
	Fase I	Fase II	Fase III
T1	100	100	100
T2	50	100	100
T3	100	50	100
T4	100	100	50
T5	0	0	0

As diferenciações das lâminas de irrigação aplicadas pelos microaspersores foram obtidas pela variação no tempo de aplicação das mesmas, através do fechamento dos registros equivalentes aos diferentes tratamentos. As irrigações foram realizadas com base na evapotranspiração de referência (ET_o) determinada diariamente por meio do método de Penman-Monteith (método-padrão da FAO) (ALLEN et al., 1998), usando dados de uma estação meteorológica automática instalada próximo do pomar. Os coeficientes da cultura (K_c) utilizados no cálculo da evapotranspiração durante as fases de avaliação, foram de 0,45 a 0,87, conforme recomendação de Silva et al. (2001).

As lâminas de irrigação aplicadas nos diferentes tratamentos constam na Figura 3. A água utilizada na irrigação era proveniente de poços tubulares com condutividade elétrica entre 0,62 a 1,32 dS m⁻¹.

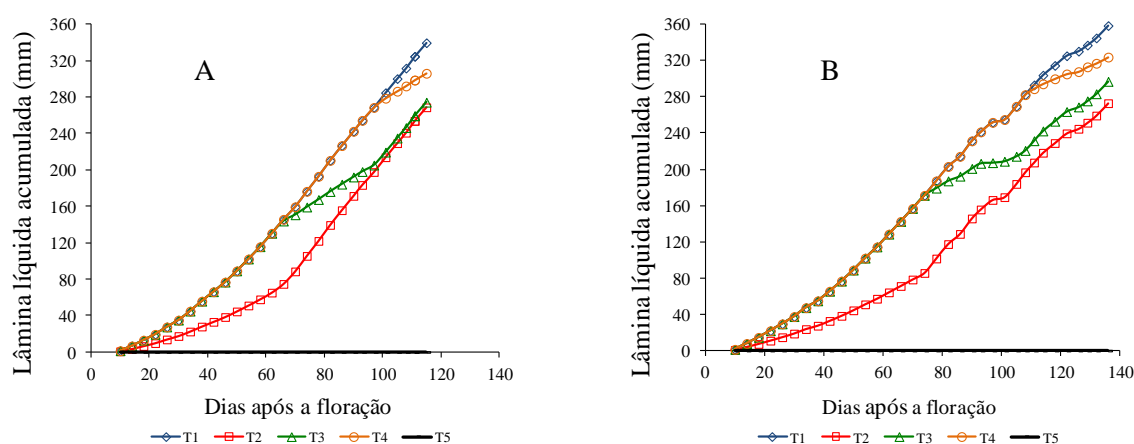


Figura 03 - Lâminas líquidas de irrigação aplicadas nos diferentes tratamentos de RDI em mangueira 'Tommy Atkins' durante o período de avaliação: (A) primeiro ciclo e (B) segundo ciclo.

Para avaliação da distribuição do sistema radicular, a coleta de raízes foi feita após a colheita do segundo ciclo de avaliação.

Usou-se um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (Tabela 1) e 3 repetições, sendo uma planta a parcela experimental.

Para cada parcela experimental foi escavada uma trincheira com as seguintes dimensões (2,50 m x 0,50 m x 1,00 m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente) na direção longitudinal à fileira de plantas. O volume de cada amostra foi de 500 cm³ (10,00 cm x 10,00 cm x 5,00 cm de comprimento, altura e largura, respectivamente). As amostragens foram realizadas em quatro (4) profundidades e cinco (5) distâncias do caule da planta. As profundidades médias amostradas foram de 0,10; 0,35; 0,60 e 0,85 m, iniciando a 0,50 m do caule da planta e afastando-se do mesmo em incremento de 0,50 m horizontal até atingir 2,50 m de distância. Após a retirada das raízes, as amostras foram colocadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório onde as raízes foram separadas do solo por lavagem com água. Uma vez separadas, as raízes de cada posição no perfil do solo foram



classificadas conforme os diâmetros dos segmentos e colocadas em folhas de transparências. Estas, contendo as raízes, foram, em seguida, levadas a um "scanner" e digitalizadas (KASPAR e EWING, 1997; COELHO e OR, 1999) em arquivos TIFF ("Tagged Image File Format").

Os arquivos TIFF foram, em seguida, analisados através do Adobe Photoshop para limpeza de bordas escuras ocasionadas no processo de digitalização e submetidos ao aplicativo Rootedge (KASPAR e EWING, 1997), para a determinação das características geométricas: comprimento e diâmetro das raízes. O comprimento das raízes, L_r (cm), foi usado para a determinação da densidade de comprimento de raízes, DCR (cm cm^{-3}), para um volume de amostra V_r (cm^3), sendo a $DCR = L_r/V_r$.

Foi analisado a DCR considerando todas as raízes por tratamento, as raízes muito finas (com diâmetro inferior a 0,55 mm), as raízes finas (com diâmetro compreendido de 0,55 a 2,05 mm), as raízes pequenas (com diâmetro compreendido de 2,05 a 5,05 mm) e as raízes médias a muito grande (com diâmetro superior a 5,05 mm) conforme Coelho et al. (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É observado na Figura 4 a densidade de comprimento de raízes (cm cm^{-3}) para os tratamentos com irrigação plena nas três fases de desenvolvimento do fruto (A), RDI com 50% da ETC na fase de pagamento dos frutos (B), RDI 50% da ETC na fase de expansão dos frutos (C), e RDI 50% da ETC na maturação fisiológica dos frutos (D).

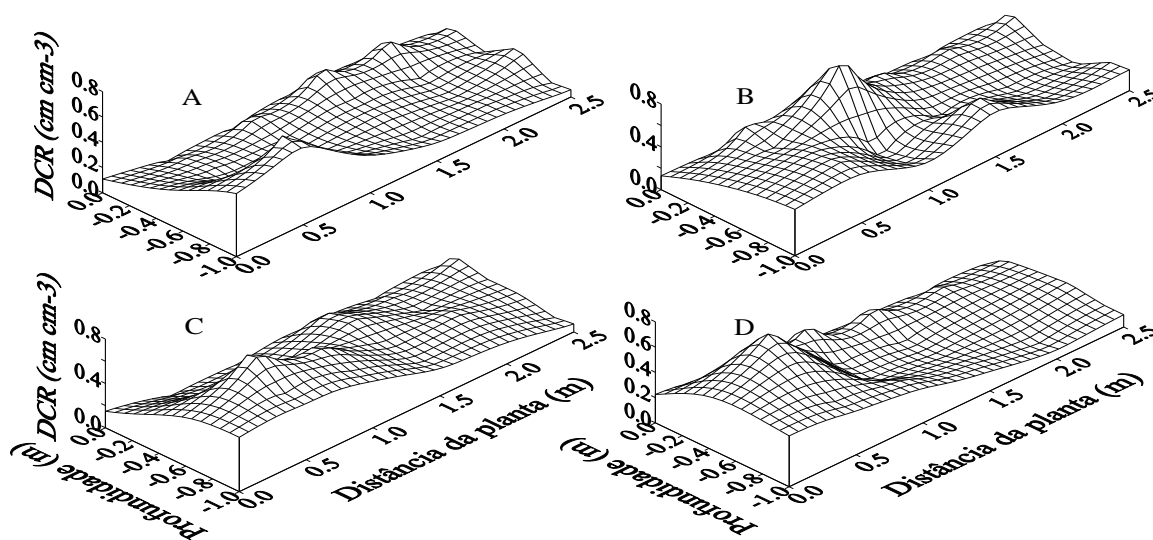


Figura 04 - Densidade de comprimento de raízes para os tratamentos: 1 (A); 2 (B); 3 (C) e 4 (D).

A distribuição da DCR é influenciada pelo teor de água no solo em consequência do manejo de irrigação adotado. Pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) os tratamentos 2 e 3 com maior média de DCR no perfil avaliado diferiu do tratamento 5 (sequeiro), com menor DCR. Com a mesma estatística, não houve diferenças na DCR entre os tratamentos 1, 2, 3 e 4, assim como, entre os tratamentos 1, 4 e 5. Com estes resultados, infere-se que há uma tendência no aumento da DCR quando a planta passa por déficit nos estádios de pagamento do fruto e expansão dos frutos em que a cultura requer maior teor de água no solo. Isso pode ser atribuído ao fato de que sob condição de déficit hídrico há maior investimento em raízes 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 do déficit hídrico (Taiz e Zeiger, 2009).

Considerando a média da DCR da mangueira 'Tommy Atkins', independente da estratégia de manejo sob microaspersão (Figura 5A), a DCR fica compreendida nos 3,0 m de distância do caule da planta e a maior densidade está concentrada de 0,0 a 1,0 m de distância da planta e de 0,20 a 1,20 m de profundidade no solo. Os maiores valores de DCR próximo à planta pode estar relacionado ao maior

volume molhado no solo devido a emissão de água em maior intensidade pelos microaspersores até um raio médio de 1,50 m, aliado ao fato das adubações terem sido realizadas numa faixa em círculo distanciada a 1,0 m do tronco da planta. Resultado similar foi encontrado por Coelho et al. (2001), que trabalhando com distribuição de sistema radicular da mangueira ‘Tommy Atkins’ sob microaspersão observaram maior densidade de comprimento de raízes nas regiões limitadas pelas distâncias horizontais do caule de 0,0 a 3,0 m e profundidades variando de 1,2 m (até a distância horizontal de 0,5 m do caule) e entre 0,0 e 0,6 m para distâncias horizontais superiores a 0,5 m.

Santos (1997) verificou que 86,5% do comprimento total de raízes de manga encontram-se até a distância de 1,75 m do caule da planta. Constataram ainda que 70% do comprimento total encontram-se nos 0,75 m de profundidade do solo. Referente à distribuição de raízes a partir do caule da planta, os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Santos (1997), portanto, na referência vertical os resultados obtidos neste trabalho evidenciam maior densidade de raízes dos 0,40 a 0,80 m de profundidade. Vale ressaltar que Santos (1997) usou a cultivar Haden com cinco anos de idade e, neste trabalho, a ‘Tommy Atkins’ estava com 12 anos de idade.

Sob condições de sequeiro (Figura 5B) a DCR é reduzida em todo o perfil, no entanto, com melhor distribuição tanto em distância horizontal da planta limitando aos 3 m quanto em profundidade no solo, quando comparado à DCR sob irrigação. Este comportamento era esperado uma vez que a DCR da cultura sob irrigação tende a ser maior no perfil com maior volume molhado e, sob microaspersão a maior contribuição de área molhada fica compreendida nos primeiros metros de distância a partir do emissor.

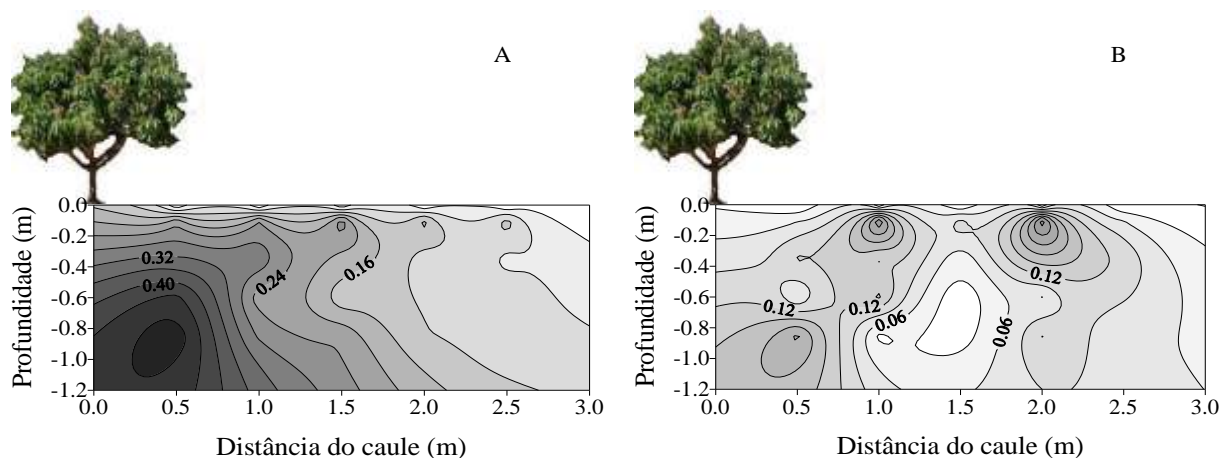


Figura 05 - Distribuição de densidade de comprimento de raízes (cm cm^{-3}) na direção longitudinal a fileira de plantas com irrigação (A) e sequeiro (B).

6. CONCLUSÕES

- Sob condição de sequeiro a DCR é menor comparada às condições de RDI com 50% da ETc na fase de pagamento e expansão do fruto.
- A maior densidade de comprimento de raízes está concentrada de 0,0 a 1,0 m de distância da planta e de 0,20 a 1,20 m de profundidade no solo.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56. 1998.



- AVILAN, L. R.; GARCIA, M. L.; LEAL, F.; SUCRE, R. Estudio del sistema radical del limon criollo (*Citrus aurantifolia*) swing, en un suelo de origen aluvial. **Revista Faculdade Agronomia**, Maracay, vol. 13, p. 61-72. 1984.
- CHOUDHURY, E. N.; SOARES, J. M. Comportamento do sistema radicular de fruteiras irrigadas. I. Mangueira em solo arenoso sob irrigação por aspersão sobcopa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 14,p. 169-176. 1992.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. C.; ARAUJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, D. M. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 23,p. 250 – 256. . 2001.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. S.; NETO, A. O. A.; TEIXEIRA, A. E. C.; ARAÚJO, E. C. E.; BASSOI, L. H. Irrigação. In: GENU, P. J. C e PINTO, A. C. Q. (Ed.) **A cultura da mangueira**: p. 167-189. 2002.
- COELHO, E. F.; OR, D. Root distribution and water uptake patterns of corn under surface and subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, vol. 206, p. 123-136. 1999.
- COTRIM, C. E.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; RAMOS, M. M. CECON, P. R. Regulated deficit irrigation and Tommy Atkins mango orchard productivity under microsprinkling in brazilian semi arid. *Eng. Agrícola*, vol.31, p. 1052-1063. 2011.
- CUNHA, G. A. P.; QUEIROZ PINTO, A. C.; FERREIRA, F. R. Origem, Dispersão, Taxonomia e Botânica. In: GENU, P. J. C. e QUEIROZ PINTO, A. C. **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2002.
- GREGORY, P.J. Development and growth of root systems In plant communities. In: GREGORY, P. J.; LAKE, J. V.; ROSE, D. A. **Root development and function**. New York: Cambridge University Press, p.146-166. 1987.
- KASPAR, T. C.; EWING, R. P. Rootedge: Software for measuring root length from desktop scanner images. **Agronomy Journal**, vol. 89, p. 932-940. 1997.
- KLEPPER, B. Origin, branching and ditribution of root systems. In plant communities. In: GREGORY, P. J.; LAKE, J. V.; ROSE, D. A. **Root development and function**. New York: Cambridge University Press, p.103-123. 1987.
- LIMA, D. M.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. M.; ALVES, A. A. C.; TAKAHASHI, R. **Floração e crescimento do fruto de manga sob diferentes níveis de irrigação em condições semi-áridas** In. CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, Fortaleza: ABID, p.137-141. 2001.
- PAÇO, M. T. G. A. **Modelação da evapotranspiração em cobertos descontínuos. Programação da rega em pomar de pessegueiro**. Lisboa, Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. p. 227. 2003.
- SANTOS, C. A. S. **Distribuição espacial e absorção de água pelo sistema radicular da cultura da manga (*Mangifera indica* L) irrigada por microaspersão**. Dissertação de Mestrado ESALQ/USP, Piracicaba, SP, p. 54. 1997.
- SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. Estimativa da evapotranspiração da mangueira com base no balanço hídrico do solo. *Rev. bras. Eng. Agrícola e Ambiental*, vol.5, p. 456-462. 2001.



TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, p.848. 2009.