



Scientia Agraria

ISSN: 1519-1125

sciagr@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

Brasil

Silva de FREITAS, Cley Anderson; Gomes COSTA, Carlos Alexandre; Lima BEZERRA, Francisco  
Marcus; Teles MONTENEGRO, Afrânia Arley; Santos TEIXEIRA, Adunias dos  
**SISTEMA RADICIAL DO MARACUJAZEIRO IRRIGADO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE  
POTÁSSIO**

Scientia Agraria, vol. 10, núm. 3, mayo-junio, 2009, pp. 175-183

Universidade Federal do Paraná

Paraná, Brasil

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99515223001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## SISTEMA RADICIAL DO MARACUJAZEIRO IRRIGADO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE POTÁSSIO

## ROOT SYSTEM OF PASSION FRUIT PLANT IRRIGATED SUBMITTED AT DIFFERENTS POTASSIUM LEVELS

Cley Anderson Silva de FREITAS<sup>2</sup>  
Carlos Alexandre Gomes COSTA<sup>3</sup>  
Francisco Marcus Lima BEZERRA<sup>4</sup>  
Afrânio Arley Teles MONTENEGRO<sup>5</sup>  
Adunias dos Santos TEIXEIRA<sup>6</sup>

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição espacial do sistema radical do maracujazeiro submetido aos seguintes níveis de potássio: 0, 150, 300, 450 e 600 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido no Vale do Curu onde a irrigação foi realizada via gotejamento em um Neossolo Flúvico. A avaliação foi conduzida aos 420 dias após o transplante, empregando-se o método do perfil do solo auxiliado pela análise de imagens digitais e uso do SIARCS®. Foram avaliados a distribuição e o comprimento do sistema radical no perfil do solo. Em todos os níveis de potássio a cultura apresentou um sistema radical superficial, de modo que 80% das raízes concentraram-se até 0,40 m de profundidade. Contudo, a profundidade efetiva não variou com os tratamentos. Ocorreu uma interação positiva entre o aumento das doses de potássio e o desenvolvimento radical do maracujazeiro, tendo as raízes se distribuído horizontalmente até um raio de 1,5 m a partir do caule da planta. Assim, esta é a faixa mais adequada para a instalação de sensores de monitoramento da irrigação e fertirrigação.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis*; profundidade efetiva; SIARCS.

### ABSTRACT

The spatial distribution of the root system of passion fruit subjected to potassium levels of 150, 300, 450, 600 kg of K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> and a control plot all drip irrigated was evaluated in the Vale do Curu - Ceará, in a "Neossolo Fluvico" type of soil. The root system was evaluated 420 days after the transplanting. Digital images were taken in a soil profile and the software SIARCS® applied to analyze them. The distribution and length of the root system were evaluated in the soil profile. In all the potassium levels the crop presented a superficial root system, in way that 80% of the roots concentrated up to 0.40 m in depth. There was a positive interaction relation between the increasing level of potassium applied and the development of roots in the plant, although the effective root depth was not affected by the level of potassium applied. It was found the roots are distributed horizontally until a radius of 1.5 m from the plant's stem. That distance is thus recommended for installation of moisture sensors when applied to monitor irrigation and fertigation.

**Key-words:** *Passiflora edulis*; root depth; SIARCS.

<sup>1</sup> Este trabalho é parte de uma monografia do curso de agronomia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, mestrando em irrigação e drenagem pela Universidade Federal do Ceará, Bolsista do CNPq, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Campus do Pici, Fortaleza-CE, CEP: 60.021-970, e-mail: anderson\_agrotec@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará , Fortaleza-CE, e-mail: alexandreagronomia@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, DSc., Prof. Departamento Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Bolsista do CNPq; e-mail: mbezerra@ufc.br.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará e Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, e-mail: afranio@cnpat.embrapa.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, e-mail: adunias@ufc.br

## INTRODUÇÃO

A fruticultura é, atualmente, um dos segmentos mais importantes na agricultura brasileira, respondendo por 25% do valor da produção agrícola nacional. Com relação ao maracujá, o Brasil é o principal produtor mundial de maracujá – amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.). Seus frutos, de grande valor nutricional e farmacêutico, são comercializados in natura e industrializados, garantindo o abastecimento do mercado interno e exportação (Winkler, 2002). No cenário nacional, a cultura é explorada nas regiões tropical e subtropical, sendo que, nos últimos dez anos observa-se aumento na produtividade, principalmente nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Ceará, e redução acentuada nos Estados de São Paulo e Pará (Gonçalves & Sousa, 2006).

Apesar da expansão, a produtividade nacional do maracujazeiro amarelo está em torno de 9,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, considerada baixa em relação ao potencial produtivo da cultura, que é de 40 a 45 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, se conduzida com irrigação e uso correto da polinização (Ruggiero, 2000). Assim, fica evidente a necessidade de tecnologias de manejo de água e nutrientes, capazes de proporcionar o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos. Para tanto é necessária a caracterização radical da cultura, a fim de redução dos custos na fertirrigação.

Em muitas áreas dos perímetros de irrigação do nordeste, há a necessidade de instalação de sistemas de drenagem para a manutenção do lençol freático a uma profundidade que permita o desenvolvimento da cultura. A eficiência desses sistemas depende do conhecimento da profundidade efetiva do sistema radical e da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da cultura em questão, sendo que a utilização desta informação, contribuirá para a minimização da degradação dos recursos solo e água por meio da salinização (Ferreira, 2004).

A distribuição do sistema radical depende de muitos fatores relativos ao solo que o circunda, como a resistência mecânica, a umidade, a aeração e a fertilidade. Para fins de irrigação, a profundidade efetiva das raízes é um dos parâmetros básicos para projetos e manejo da água para as culturas. A profundidade efetiva representa a camada desde a superfície do solo até onde se concentra a maior parte das raízes absorventes. Bassoi et al. (2000) recomendam essa profundidade para o monitoramento da água do solo visando ao manejo de irrigação.

A densidade e a profundidade das raízes permitem não somente a determinação da lâmina necessária de irrigação, mas também, a distribuição dos fertilizantes em locais adequados, de forma a reduzir as perdas e aumentar a eficiência de uso pelas plantas. Poucos foram os trabalhos realizados para se estudar o sistema radical do maracujazeiro, que é do tipo pivotante, pouco profundo e

concentrado próximo ao caule, com maior volume de raízes, 60 a 80%, concentrado entre 0,30 e 0,45 m de profundidade e num raio de 0,60 m a partir do caule (Sousa et al., 2002), corroborando com os resultados apresentados por Tecchio et al. (2005) em que a profundidade efetiva se estendia até 40 cm de profundidade.

O desenvolvimento radical de uma cultura está relacionado com a condição nutricional do solo. As raízes das plantas desenvolvidas em solos com fertilidade média tendem a se estender mais que em solos férteis, sendo maior na superfície que em profundidade. Amaral (2002), trabalhando com a cultura do café, observou o maior desenvolvimento do sistema radical pode ser estimulado em solos com baixas condições de disponibilidade de nutrientes.

Plantas cultivadas com diferentes doses de potássio, podem ter comportamentos distintos de desenvolvimento de raízes, principalmente quando aplicado via água de irrigação localizada, pois a solução fertilizante pode provocar alterações freqüentes na condutividade elétrica da solução do solo, afetando o desenvolvimento das raízes. Desta forma para se evitar restrição das raízes causadas pela elevação da concentração de sais no bulbo molhado do solo, deve-se manejar adequadamente a fertirrigação (Li et al., 2004).

O potássio (K) é um nutriente com diversos papéis no metabolismo vegetal. Atua como ativador enzimático de processos responsáveis pela síntese e degradação de compostos orgânicos e participa no processo de abertura e fechamento das células estomatais, síntese de proteínas, osmorregulação, extensão celular e balanço entre cátions e ânions (Marschner, 1995). É requerido em larga quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais, afetando o rendimento e a qualidade dos produtos colhidos (Daliparth et al., 1994).

Lucas et al. (2002) trabalhando com resposta do maracujazeiro amarelo a lâmina de irrigação e doses de adubação potássica, verificou que 77,80% das raízes localizavam-se em um raio de 0,8 m do caule.

Com o avanço da tecnologia, vários métodos e equipamentos podem ser utilizados para se avaliar a distribuição do sistema radical no perfil do solo. Com o avanço da informática, novas metodologias foram propostas, apresentando menores custos, maior precisão e menor tempo de análises, dentre as quais se destaca o método de imagens digitalizadas desenvolvido por Crestana et al. (1994) utilizado com sucesso por Coelho et al. (2003).

Assim, este trabalho tem por objetivo estudar o efeito de cinco doses de potássio aplicadas através da água de irrigação por gotejamento sobre o comprimento, e a distribuição espacial do sistema radical do maracujazeiro amarelo, utilizando-se a técnica auxiliada por imagens digitalizadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com a cultura do maracujazeiro foi conduzido no período de março de 2004 e agosto de 2005, na Fazenda Experimental do Vale do Curu (FEVC), pertencente à Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste, CE, entre os paralelos 3° 45' e 3° 50' de latitude Sul e os meridianos 39° 15' e 39° 30' de longitude Oeste, a 115 km de Fortaleza, a uma altitude de 47 m.

O clima da região é do tipo BSw'h', semi-árido com chuvas irregulares, de acordo com a classificação de Köppen, seco e muito quente, com

duas estações climáticas: uma seca, compreendida entre os meses de junho a janeiro, e a outra chuvosa, entre fevereiro e maio, com precipitação anual de 801 mm, evaporação de 1.475 mm; temperatura média anual em torno de 27,1 °C e umidade relativa do ar de 73,7% (EMBRAPA, 2001).

O solo da área experimental é classificado de Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1999). A caracterização físico-química do solo foi realizada, na época da implantação do experimento, com amostras de solo indeformadas e deformadas, coletadas nas camadas de 0 – 0,20 m; 0,20 – 0,40 m; 0,40 – 0,60 m e 0,60 – 0,80 m (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 – Características químicas do solo da área experimental

Características	Camada (m)			
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60	0,60 – 0,80
pH (Água)	7,10	7,80	8,30	8,40
M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	13,65	7,34	5,27	7,03
C (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,92	4,26	3,06	4,08
P (mg dm <sup>-3</sup> )	140,00	70,00	30,00	26,00
S (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,90	8,70	7,30	0,44
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,29	0,24	0,11	0,11
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	6,50	6,40	5,20	6,40
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1,00	1,80	1,80	1,60
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,15	0,22	0,24	0,37
C/N	10,00	9,00	9,00	9,00
T (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,90	8,70	7,30	8,50
V (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,27	0,15	0,13	0,24

FONTE: Laboratório de Água e Solos - UFC (2005).

TABELA 2 – Características físicas do solo da área experimental

Características	Camada (m)			
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60	0,60 – 0,80
Classe textural	Franco arenoso			
Areia grossa (g kg <sup>-1</sup> )	80,0	40,0	60,0	80,0
Areia fina (g kg <sup>-1</sup> )	560,0	600,0	660,0	590,0
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	280,0	230,0	200,0	250,0
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	80,0	130,0	80,0	80,0
Argila natural (g kg <sup>-1</sup> )	20,0	80,0	40,0	30,0
Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> )	1,30	1,32	1,28	1,27
CC (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	14,3	12,5	13,4	12,1
PMP (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	5,5	4,9	5,1	4,4

CC – Capacidade de campo; PMP - Ponto de murcha permanente

FONTE: Laboratório de Água e Solos - UFC (2005)

O preparo da área constou de roçagem, subsolagem, aração, gradagem e abertura de 378 covas com dimensões de 0,4 x 0,4 x 0,5 m, utilizando o espaçamento de 4,0 m entre plantas e 2,5 m entre linhas.

Para a instalação do experimento, as mudas de maracujazeiro foram produzidas em sacos de polietileno com dimensões de 30 x 18 cm de altura e largura, respectivamente. Como substrato se usou uma mistura feita com arisco e composto orgânico (polifértil), na proporção de 2:1. A semeadura foi realizada em 30 de março de 2004 e as mudas permaneceram em telado, com 50% de sombreamento, até o transplante.

O transplante foi realizado em 18 de maio de 2004, quando as mudas apresentaram altura em torno de 0,50 m, em covas previamente adubadas com 20 dm<sup>3</sup> de esterco bovino curtido, 220 g de superfosfato simples e 50 g de FTE BR12 por cova. Já a adubação de formação foi dividida em seis aplicações, compreendendo o período de 0 a 90 dias após o transplante (DAT). O nitrogênio e o fósforo foram aplicados na mesma quantidade em todos os tratamentos através da fertirrigação (130 kg de N e 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). O potássio foi previamente diluído em quatro recipientes para posterior aplicação conforme o número de plantas de cada tratamento. Os tratamentos foram: K0 = sem adição de K<sub>2</sub>O (testemunha); K1 = 0,30 kg K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>; K2 = 0,60 kg K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>; K3 = 0,90 kg K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> e K4 = 0,120 kg K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>. A adubação de produção, também denominada adubação de frutificação, foi dividida em 30 aplicações semanais durante o período de 91 a 420 DAT. Durante esse período foram aplicados via fertirrigação 280 kg de N ha<sup>-1</sup> e 130 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos de adubação potássica foram: K0 = sem adição de K<sub>2</sub>O, K1 = 0,150 kg, K2 = 0,300 kg; K3 = 0,450 kg e K4 = 0,600 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>, baseado na adubação utilizado por Sousa et al. (2005) de 0,600 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>, que proporcionou maiores valores de produtividade comercial do maracujazeiro amarelo.

O sistema de sustentação para a cultura foi espaldeiras verticais, com dois fios de arame liso nº 12, espaçados de 0,40 m entre si (1,6 m e 2,0 m acima da superfície do solo), por ser de fácil construção e proporcionar adequadas condições para realização dos tratos culturais.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento por apresentar ampla aceitação entre os produtores de maracujá, além de proporcionar condições de umidade e aeração do solo que favorecem o pleno desenvolvimento e produção da cultura do maracujazeiro. Foram utilizados três emissores por planta, espaçados entre si de 0,50 m, com vazão de 8,5 dm<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. O momento da irrigação foi definido pelo potencial matricial do solo, quando o tensiômetro instalado a 0,10 m de profundidade atingisse -15 kPa.

Para a determinação da profundidade do sistema radical do maracujazeiro foram utilizadas 27 plantas parcela<sup>-1</sup>, sendo quatro repetições por tratamento e considerado cada lado a partir do

centro do caule como uma repetição assumindo assim, uma simetria na distribuição das raízes. A avaliação das raízes foi realizada fazendo-se uso do SIARCS® (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo), desenvolvido pela Embrapa/CNPDI (Crestana et al., 1994), o qual permite avaliar a distribuição do sistema radical quanto à porcentagem de área e comprimento de raiz.

Para proceder à avaliação da distribuição de raízes, foram abertas trincheiras paralelamente a linha de plantio, distantes 0,1 m do caule da planta, com dimensões de 1,0 m de profundidade por 4,0 m de comprimento (a partir do caule da planta). Após a abertura das trincheiras, procedeu-se a exposição das raízes com auxílio de escarificador manual e por meio da lavagem do solo com água sob pressão (pulverizador costal), as raízes foram destacadas com tinta branca (*spray*), visando obtenção de um maior contraste com o solo.

Para demarcação do perfil do solo utilizou-se um quadro, feito com madeira e barbante, nas dimensões de 1,0 m de comprimento por 1,0 m de largura dividido em 25 quadros reticulados de 0,20 m x 0,20 m. A elaboração das imagens, de cada quadrícula, foi feita à distância de 0,5 m do perfil, com máquina fotográfica digital.

As imagens obtidas de cada quadrícula foram processadas no software Adobe Photoshop 7.0® que permitiu melhorar a qualidade de resolução das mesmas e Photo Editor® para configurar as imagens no formato aceito pelo SIARCS® (Tipo: Arquivo BMP, 256 cores – 8 bits). Após a aquisição e conversão das imagens no formato requerido pelo programa, estas foram processadas utilizando-se o software SIARCS®.

Os resultados obtidos da distribuição espacial do comprimento de raízes analisado através da utilização do software SIARCS® foram utilizados no programa SURFER 7.0®, para a confecção do gráfico de isolinhas pelo método de Kriging.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em regiões semi-áridas, o emprego racional da irrigação localizada é primordial para a otimização do uso da água e, consequentemente, para a redução do custo de produção, sendo essencial o conhecimento do sistema água-solo-planta-atmosfera para o adequado manejo da irrigação. Nesse contexto, a caracterização da distribuição do sistema radical e o conhecimento da dinâmica da água no solo são fundamentais para a compreensão dos processos de transferência de água nesse sistema (Ferreira, 2004).

Assim como a avaliação radical feita por Ido et al. (2006), a avaliação da distribuição do sistema radical do maracujazeiro foi realizada através do comprimento de raízes (cm de raiz por 0,04 m<sup>2</sup> de solo), da distribuição percentual do comprimento (na vertical e horizontal) e da distribuição acumulada de raízes. Os resultados obtidos nas imagens digitais estão apresentados em gráficos de

contorno, onde o caule da planta está localizado sempre no centro.

A concentração de raízes, obtida a partir do percentual acumulado do comprimento das raízes é o método com os melhores valores de correlação para análise da profundidade efetiva (Bassoi et al., 2000)

#### Distribuição espacial do comprimento de raiz

Analizando a distribuição espacial do comprimento de raízes do maracujazeiro observa-se variações no comprimento das raízes de 0 a 2,4 m por 0,04 m<sup>2</sup> de solo. O tratamento K1 (0,150 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) foi o que apresentou os

maiores valores, seguido dos tratamentos K4 (0,600 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), K3 (0,450 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), K2 (0,300 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e K0 (testemunha), conforme Figuras 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. O tratamento pode ter sido influenciado pela amostragem aleatória das plantas, que mesmo com um número razoável de repetições tenha sofrido influência de gleba de solo heterogênea em relação aos demais tratamentos. Nos demais tratamentos é clara a influência do potássio na formação das raízes, ou seja, maior adição de potássio na solução do solo corresponde a um maior número de raízes.

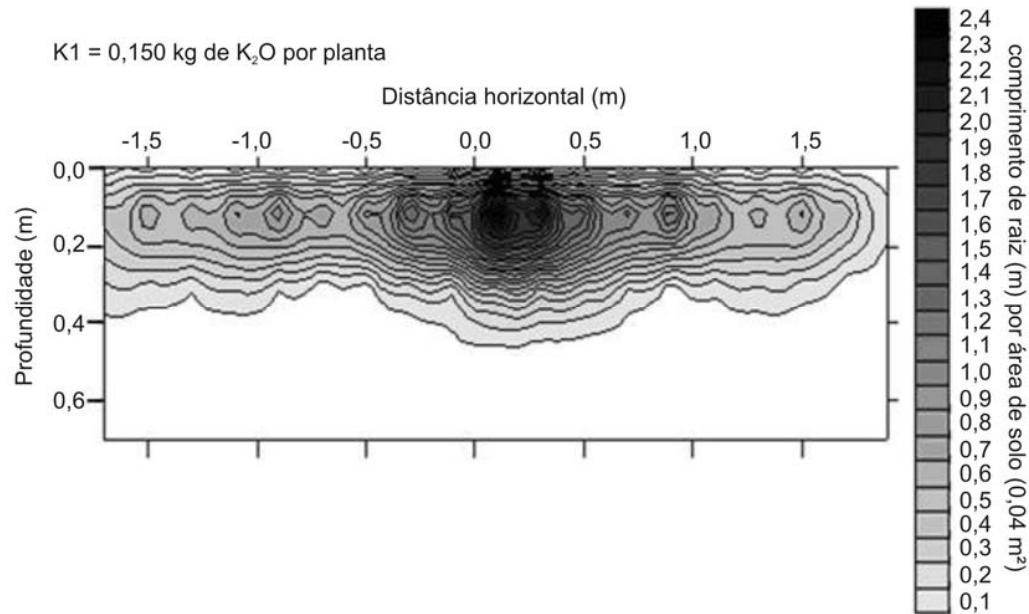


FIGURA 1 – Distribuição espacial de comprimento de raiz (m de raiz por 0,04 m<sup>2</sup> de solo) do maracujazeiro para o tratamento K1.

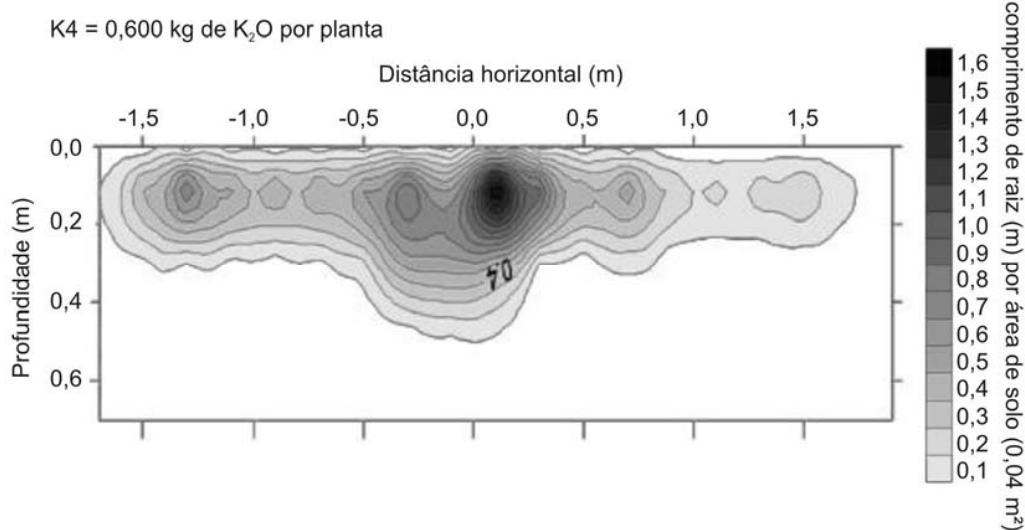


FIGURA 2 – Distribuição espacial de comprimento de raiz (m de raiz por 0,04 m<sup>2</sup> de solo) do maracujazeiro para o tratamento K4.

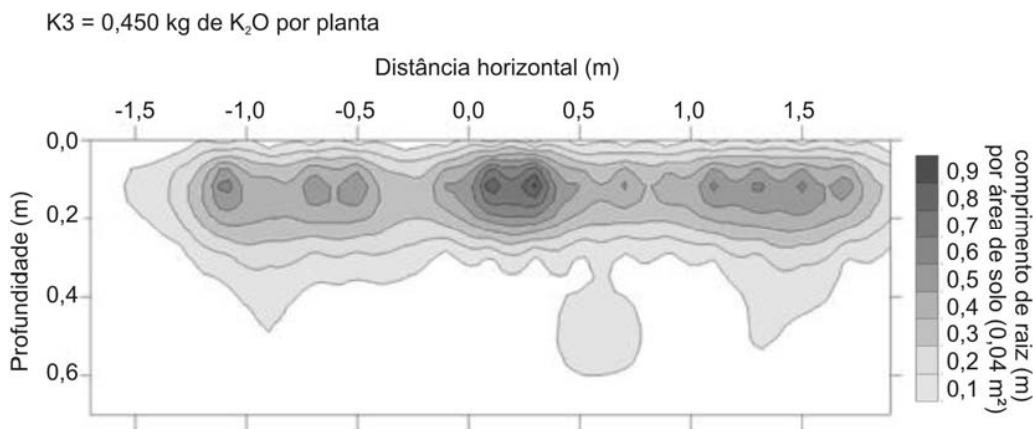


FIGURA 3 – Distribuição espacial de comprimento de raiz (m de raiz por 0,04 m<sup>2</sup> de solo) do maracujazeiro para o tratamento K3.

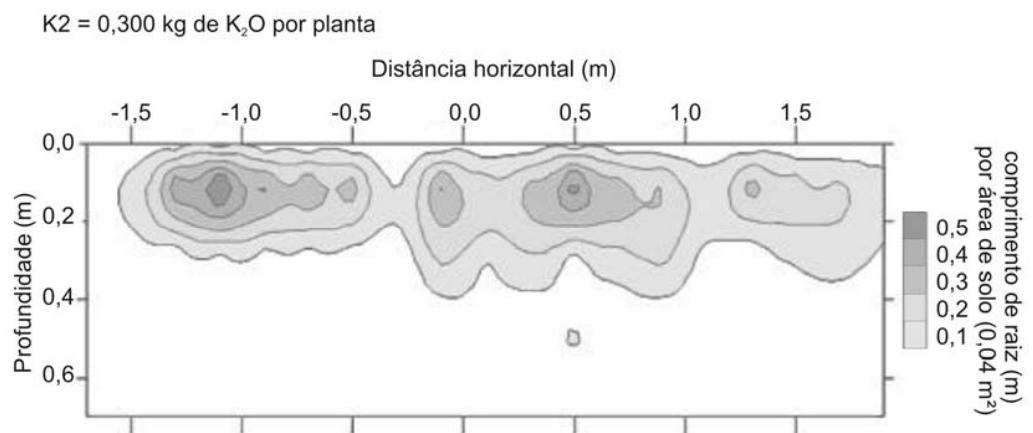


FIGURA 4 – Distribuição espacial de comprimento de raiz (m de raiz por 0,04 m<sup>2</sup> de solo) do maracujazeiro para o tratamento K2.

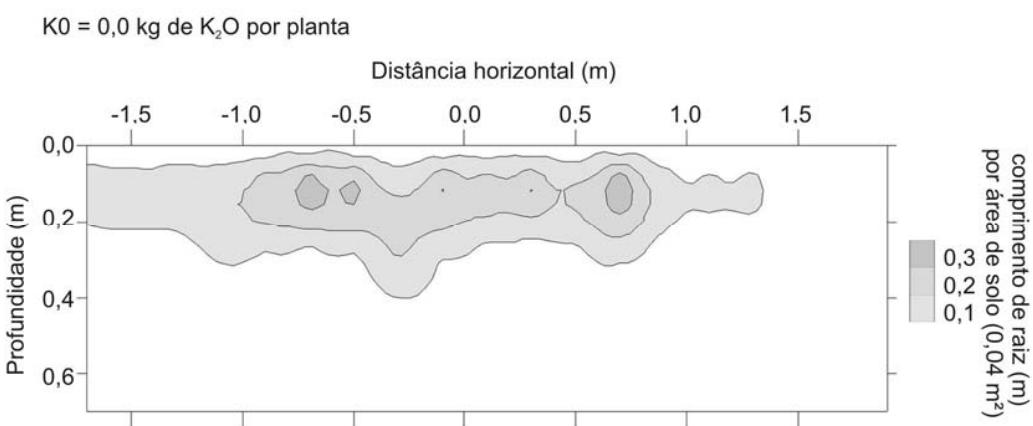


FIGURA 5 – Distribuição espacial de comprimento de raiz (m de raiz por 0,04 m<sup>2</sup> de solo) do maracujazeiro para o tratamento K0.

Os tratamentos K0, K1 e K4 apresentaram uma tendência a maiores concentrações de raízes do lado esquerdo da planta, enquanto que nos tratamentos K2 e K3 constatou-se o comportamento inverso, isto é, maiores concentração de raízes do lado direito, fato que coincidiu com o posicionamento dos emissores. Segundo Sousa et al. (2002), o posicionamento dos emissores em relação à planta, podem estimular o maior desenvolvimento do sistema radicial, uma vez que disponibilizam maiores quantidades de água e nutrientes em função do perfil natural de distribuição.

Segundo Primavesi (1984), para cada espécie existe uma proporção de nutrientes que lhe é adequada. Em todos os equilíbrios que são característicos às espécies, não importa a quantidade do nutriente em si, mas sim sua proporção com seus antagonistas. A deficiência de um elemento provoca o excesso ou toxidez de outro e, consequentemente, prejuízos ao desenvolvimento da planta. No tratamento K0, sem adição de potássio, a quantidade deste nutriente presente no solo (Tabela 1), provocou um desequilíbrio nutricional resultando em um menor desenvolvimento do sistema radicial em relação os demais tratamentos.

Em todos os níveis de potássio as raízes estão distribuídas horizontalmente até um raio de 1,5 m a partir do caule da planta. As maiores concentrações de raízes ocorreram próxima à profundidade de 0,2 m, sendo distribuídas até próximo aos 0,55 m de profundidade, diferindo dos resultados obtidos por Sousa et al. (2002) que verificaram a distribuição do sistema radicial do maracujazeiro até a profundidade de 1 m. Esta diferença pode estar relacionada a maior umidade do solo nesta camada favorecida pela irrigação localizada e as maiores densidade do solo nas primeiras camadas do perfil 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidade (Tabela 2), impedindo o desenvolvimento das raízes para as camadas mais profundas, pois segundo Corsini & Ferrando (1999), com a elevação da densidade do solo, a penetração e a proliferação de raízes são prejudicadas. Guimarães et al. (2002) avaliando a influência da compactação do solo sob o desenvolvimento radical do feijoeiro, observou que o aumento da compactação do solo afetou negativamente o desenvolvimento do sistema radicial, sendo o efeito mais expressivo a partir da densidade do solo de 1,2 kg dm<sup>-3</sup>.

Nos tratamentos K2, K3 e K4 se observou que o aumento na concentração de potássio proporcionou aumento no comprimento das raízes, fato não observado para o tratamento K1. Este comportamento diferenciado observado no comprimento das raízes no tratamento K1 pode-se atribuir à variabilidade espacial do solo e às características da planta. Nesse sentido, Reichardt (1985) destaca que a distribuição radical e da parte aérea das plantas depende das propriedades do solo, das operações de plantio e do manejo de pragas e doenças. Em corroboração ao raciocínio

exposto, Eloi et al. (2004) afirmam que os parâmetros de solo e da planta muitas vezes apresentam irregularidades que podem ou não estar distribuídas ao acaso em relação a sua distribuição espacial no campo.

Pode-se observar que há formação de um bulbo de raízes principais abaixo do tronco e um bulbo de raízes secundárias que ficam a aproximadamente 0,4 m do tronco do lado esquerdo, devido à posição do gotejador e à distribuição de água ao longo do perfil de solo, orientando o crescimento das raízes nas zonas com maior umidade disponível para absorção formando um bulbo semelhante ao bulbo úmido da irrigação localizada. A avaliação do bulbo úmido não foi realizada neste experimento. Esta distribuição radial também observada por Bassoi et al. (2000) e recomendada pelos mesmos como a profundidade a ser considerada no monitoramento da água do solo.

#### Distribuição percentual das raízes

A distribuição acumulada de raiz permite avaliar a que profundidade encontra a maior atividade radical. Bernardo et al. (2006) definem a profundidade efetiva das raízes (Z) como sendo a profundidade a partir da superfície do solo onde se localizam pelo menos 80% do sistema radical da cultura.

Em todos os tratamentos verificou-se que 80% do sistema radical encontra-se até a profundidade de 0,40 m (Figura 6).

Os resultados obtidos ao longo da profundidade mostraram que as distribuições percentuais 77,9 a 84,2% do comprimento de raízes, se encontraram na camada de 0 a 0,20 m de profundidade e 97,38 a 99,4% do sistema radical se encontraram a profundidade de 0 a 0,40 m. Estes resultados divergem dos obtidos por Sousa et al. (2002) ao observar que 90% das raízes do maracujazeiro se concentram entre 0 a 0,9 m de profundidade. A provável causa desta diferença pode estar relacionada com os valores das densidades do solo até a profundidade de 0,40 m (0 - 0,20 m = 1,30 kg dm<sup>-3</sup>; 0,20 - 0,40 m = 1,32 kg dm<sup>-3</sup>), que contribuiu para a baixa profundidade efetiva se comparada com os resultados obtidos por Sousa et al. (2002).

Outro aspecto que pode ter afetado negativamente na profundidade efetiva das raízes da cultura, foi o elevado valor do pH, principalmente nas camadas mais profundas (0 - 0,20 m = 7,10; 0,20 - 0,40 m = 7,80; 0,40 - 0,60 m = 8,30; 0,60 - 0,80 m = 8,40), uma vez que Lima & Cunha (2004) destaca que a faixa ideal do pH deve se situar entre 5,5 e 6,5.

A partir da análise da distribuição acumulada das raízes, pode-se estimar a distância efetiva, onde se encontra a maior atividade radical. Os resultados obtidos ao longo da distância horizontal mostraram que 80% do comprimento de raízes, encontram-se até 1,3 m de distância a partir do caule da planta (Figura 7).

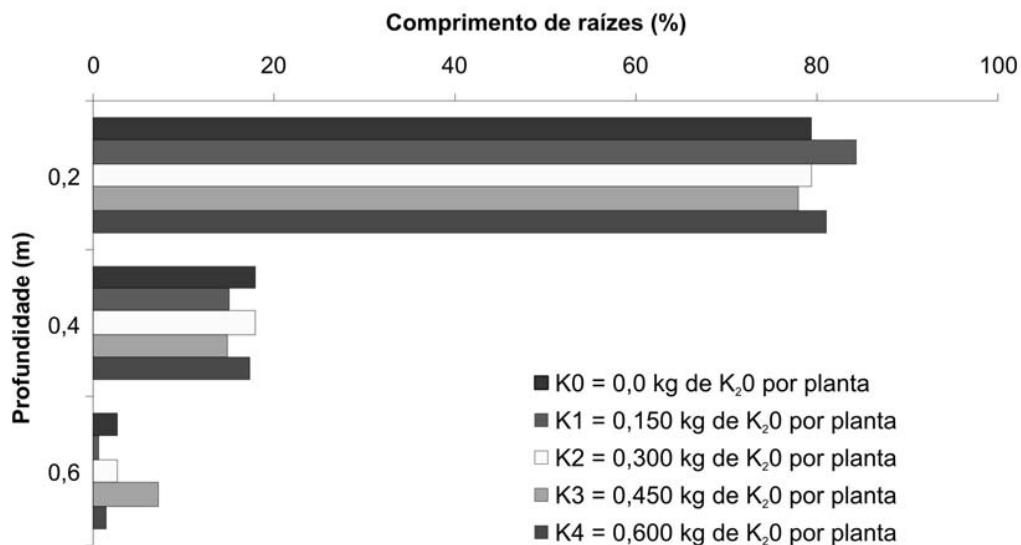


FIGURA 6 – Porcentual acumulado do comprimento de raízes do maracujazeiro em relação à profundidade.

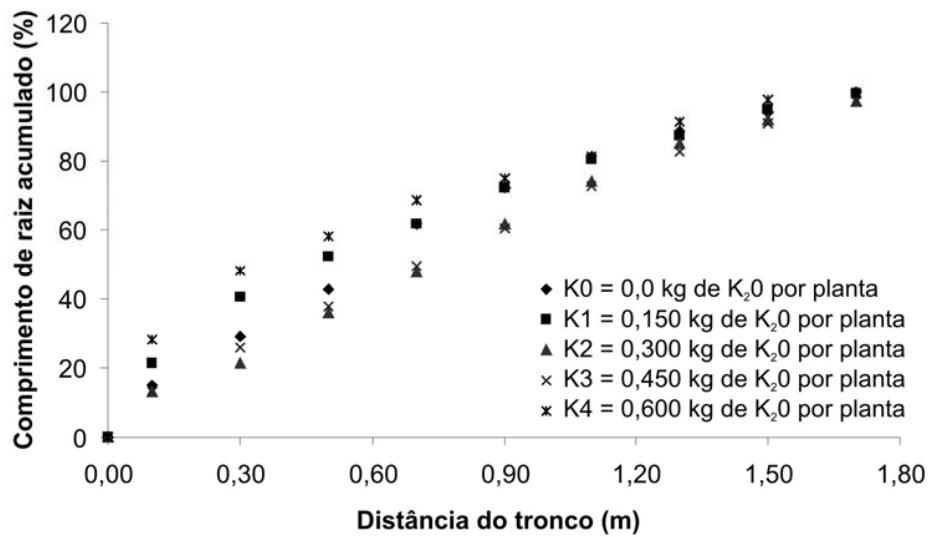


FIGURA 7 – Porcentual acumulado do comprimento de raízes do maracujazeiro em relação a distância horizontal a partir do caule da planta.

A menor distância horizontal, na qual se encontram 80% do sistema radical do maracujazeiro, foi verificada nos tratamentos K2 (0,300 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e K3 (0,450 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), até 1,1 m do caule da planta.

Os tratamentos K0, K1 (0,150 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e K4 (0,600 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), apresentaram 80% das raízes até 1,3 m do caule da planta. Comportamento este que diverge de Urashima (1985) ao discorrer que o maior volume de raiz, (60 a 80% das raízes do maracujazeiro), se encontra em um raio de 0,60 m a partir do caule. Sousa et al. (2002) observaram que 90% das raízes

do maracujazeiro se concentram entre 0,70 e 0,80 m do caule da planta. Esta diferença pode ser explicada pelo sistema de irrigação por gotejamento utilizado por Sousa et al. (2002), em que neste sistema de irrigação a água é aplicada “gota-a-gota” favorecendo um bulbo molhado rico em nutrientes próximo a planta o que favorece a distribuição radial concentrada nesta região. Apesar de não ter sido utilizada uma metodologia para avaliação do bulbo úmido neste experimento, os resultados indicam que a profundidade das raízes está relacionada com oferta de água superficial.

## CONCLUSÕES

O sistema radical do maracujazeiro, para as condições estudadas se concentrou em uma faixa de 0 a 0,30 m de profundidade e a uma distância radial das raízes de até 1,30 m, sendo estes os intervalos mais adequados para instalação de sensores de monitoramento para fins de irrigação e

fertilização.

O comprimento das raízes aumentou positivamente com os dos níveis de potássio.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - pelo apoio financeiro e a FINEP, Fundo Setorial de Recursos Hídricos.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F. T. **Eficiência de produção de raízes, de absorção, de translocação e de utilização de nutrientes em cultivares de café arábica.** 2002. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- BASSOI, L. H. et al. Digital image analysis of root distribution towards improved irrigation water and soil management: grapevine and date palm study cases. In: ASAE INTERNATIONAL ANNUAL MEETING, 2000, Milwaukee. **ASAE Annual International Meeting Technical Papers...** St Joseph: ASAE, 2000. p. 1-6.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625 p.
- COELHO, E. F. et al. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 250-256, 2001.
- CORSINI, P. C.; FERRAUDO, A. S. Effects of tillage systems on bulk density, aeration porosity and root development of corn in a typic haplorthox soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 289-298, 1999.
- CRESTANA, S. et al. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, n. 3, p. 365-371, 1994.
- DALIPARTHY, J.; BARKER, A. V.; MONDAL, S. S. Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, n. 11, p. 1859-1886, 1994.
- ELOI, W. M. et al. Distribuição espacial do sistema radicular da gravoleira em função de diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas via água de irrigação. **Irriga**, v. 9, n. 3, p. 256-269, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa da Agroindústria Tropical. **Dados climatológicos:** estação de Pentecoste, 2000. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. (Boletim Agrometeorológico, 26)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FERREIRA, M. de N. L. **Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (*Psidium guajava* L.) irrigada por microaspersão em Petrolina-PE.** 2004. 106 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M. Fruta da paixão: panorama econômico do maracujá no Brasil. **Informações Económicas**, v. 36, n.12, p. 29-36, 2006.
- GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 213-218, 2002.
- IDO, O. et al. Crescimento e distribuição radial de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana soca, em dois tipos de solo, em RIZOTRON. I. uso do WinRHIZO. **Scientia Agraria**, v. 7, n. 1-2, p. 21-26, 2006.
- LI, J.; ZHANG, J.; RAO, M. Wetting patterns and nitrogen distributions as affected by fertigation strategies from a surface point source. **Agricultural Water Management**, v. 67, n. 1, p. 89-104, 2004.
- LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá:** produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 396 p.
- LUCAS, A. A. T. et al. Adubação potássica e irrigação na produtividade do maracujazeiro amarelo: segundo ano de produção. **Engenharia Rural**, v. 13, n. 1, p. 31-40, 2002.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 541 p.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.** 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 443 p.
- RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 206, p. 5-9, 2000.
- SOUZA, V. F. et al. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertilização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.
- SOUZA, V. F. de. et al. Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 302-306, 2005.
- TECCHIO, M. A. et al. Distribuição do sistema radicular do maracujazeiro-doce cultivado com adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 324-326, 2005.
- URASHIMA, A. S. **Aspectos fenológicos do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. var. *flavicarpa* Den.).** 1985. 83 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.
- WINKLER, L. Organogênese e transformação genética de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* DEG.) com os genes *CMe-ACO1 AS* e *nptII* via *Agrobacterium tumefaciens*. **Scientia Agraria**, v. 3, n. 1-2, p. 129-129, 2002.

Recebido em 11/04/2008

Aceito em 12/03/2009

