

## DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS JOVENS DE LIMA ÁCIDA 'TAHITI' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

**José Alves Júnior; Mateus dos Santos Lourenção; Tonny José Araújo da Silva; Cláudio Ricardo da Silva; Marcos Vinícius Folegatti**

*Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, jalves@esalq.usp.br*

### 1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição do sistema radicular de lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan), irrigada por gotejamento, sob o efeito de diferentes lâminas de irrigação em condições de campo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em duas repetições com arranjo fatorial de cinco lâminas de irrigação (0%; 25%; 50%; 75% e 100% da evapotranspiração da cultura medida em um lisímetro de pesagem), duas profundidades (0,0-0,3 e 0,3-0,6 m) e quatro pontos de amostragem (0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 m de distância do tronco). A análise foi realizada em um pomar com 30 meses de idade e 17 meses de fornecimento das diferentes lâminas de irrigação. Os resultados mostraram que não houve diferenças entre as lâminas quanto à distribuição das raízes em profundidade, concentrando-se na camada de 0,0-0,3m. Entretanto, a distribuição horizontal foi maior nos níveis baixos (0%; 25% e 50%) do que nos maiores níveis (75% e 100%). Nas plantas irrigadas com 75% e 100% houve concentração das raízes até 0,6 m, indicando que o déficit hídrico induziu o crescimento horizontal das raízes.

**UNITERMOS:** citros; raiz; manejo da irrigação; *Citrus latifolia* Tan

**ALVES JUNIOR, J.; LOURENÇÃO, M.S.; SILVA, T.J.A.; SILVA, C.R.; FOLEGATTI, M.V.  
ROOT SYSTEM DISTRIBUTION OF YOUNG 'TAHITI' ACID LIME TREES UNDER  
DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION**

### 2 ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the root system distribution of young 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan) acid lime irrigated by drip system under field conditions. The experiment was carried out in a factorial design with two replications that consisted of five levels of irrigation (0%, 25%, 50%, 75% and 100% of crop evapotranspiration measured by a weighing lysimeter) and two depths (0.,0-0.3 and 0.3-0.6 m) as well as four horizontal sample points (0.3; 0.6; 0.9 and 1.2 m of distance from trunk). The analysis was carried out in a 30-month-old orchard and 17 months after the beginning of irrigation levels. The results showed that there were no differences in root distribution as to depths, most of them at 0.0-0.3m. However, the horizontal distribution was bigger at lower levels (0, 25 and

50%) than in the highest levels (75 and 100%). In the latter, root concentration reached up to 0.6m, indicating that water stress induced the root growth horizontally

**KEYWORDS:** citrus; root; irrigation management; *Citrus latifolia* Tan

### 3 INTRODUÇÃO

Atualmente, na citricultura, as informações técnicas relacionadas à irrigação ainda são escassas. Poucos estudos relatam a distribuição de raízes para os diferentes tipos de cultivos. Em citros o sistema radicular é característico do porta-enxerto, podendo ser em função do vigor, o qual é determinante na resposta ao estresse hídrico. Plantas sobre porta-enxerto de limoeiro 'Rugoso' e de 'Trifoliata' têm maiores taxas de transpiração que aquelas em tangerina 'Cleópatra' e em laranjeira 'Azeda'. A capacidade de assimilação de CO<sub>2</sub>, de transporte de minerais e água está diretamente relacionado com o volume de solo explorado pelas raízes (CASTRO et al., 2001). Por conseguinte, o conhecimento da profundidade efetiva das raízes é muito importante para o manejo da irrigação das culturas, tanto na instalação de sensores para o monitoramento da tensão da água no solo, quanto no estabelecimento da amostra para obtenção de parâmetros químicos e físicos do solo. Além disso, informações sobre a distribuição horizontal do sistema radicular auxiliam na definição do número de emissores por planta e conseqüentemente, no dimensionamento de sistemas de irrigação.

Estas informações acima mencionadas são importantes para a realização do manejo da irrigação, que visa suprir a necessidade hídrica da planta, molhando o solo na região onde se localizam as raízes, além de contribuir na realização de uma correta adubação do solo.

A irrigação localizada se não for realizada de forma correta, pode causar diminuição na taxa transpiratória das plantas, conseqüentemente diminuição da produtividade, assim como alterações na qualidade dos frutos. Moreshet et al. (1983) estudando o efeito da irrigação realizada de

forma parcial (40%) e totalmente irrigadas (100%) em plantas de *Citrus sinensis* L., encontraram que a transpiração, evaporação e produção das plantas irrigadas parcialmente foram menores em 28, 42 e 21%, respectivamente. Houve também uma maior porcentagem no teor de Sólidos Solúveis Totais e ácidos nas plantas irrigadas parcialmente.

A combinação da variedade IAC 5 sobre o porta-enxerto citrumelo 'Swingle' se apresenta como uma das melhores opções para cultivo de lima ácida 'Tahiti' no Estado de São Paulo, por apresentar boas produções, volume médio de copas e razoável resistência a períodos de estiagem (FIGUEIREDO et al., 2001).

Desta maneira, o trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição do sistema radicular do porta-enxerto citrumelo 'Swingle' sob a variedade de lima ácida IAC 5, em condições de sequeiro e irrigado sob diferentes tamanhos de bulbo molhado.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação foi realizada em 14 de janeiro de 2004, na Fazenda Areão, área experimental do Departamento de Engenharia Rural, pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ - USP, situada no município de Piracicaba, na Latitude 22°42' Sul e Longitude 47°30' Oeste com altitude de 546 metros.

Piracicaba possui clima do tipo Cwa no sistema Köppen, denominado subtropical úmido e caracterizado por estiagem no inverno com temperatura média no mês mais frio de 18°C e 22°C no mês mais quente. A temperatura média anual é de 21,4°C, e o total de chuva

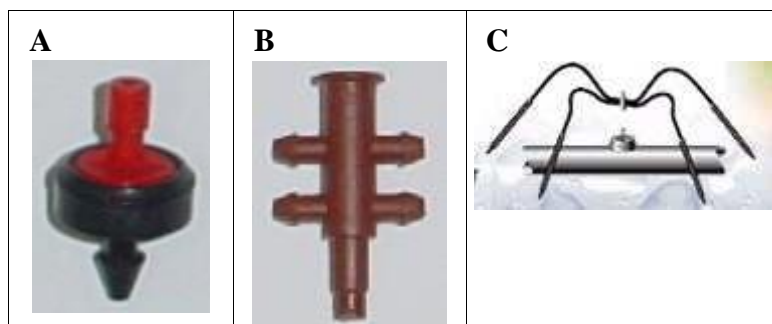
anual é de 1.257 mm (SENTELHAS & PEREIRA, 2000).

As plantas de lima ácida 'Tahiti' estudadas foram da variedade IAC 5 sobre porta enxerto citrumelo 'Swingle', espaçadas em 7x4 metros e implantadas à 30 meses.

O tipo de solo da área experimental foi classificado como Terra Roxa Estruturada da série Alfisol.

A irrigação no pomar foi realizada pelo sistema de gotejamento superficial, utilizando emissores autocompensáveis de vazão igual a 4L.h<sup>-1</sup>. Para a determinação da Evapotranspiração da Cultura (ETc) foi utilizado um lisímetro de pesagem eletrônica com dimensões de 2,7 m de diâmetro e 0,8 m de profundidade cuja construção e calibragem está descrita em Campeche (2002).

As lâminas foram estabelecidas pelo número de gotejadores por planta sendo 0, 1, 2, 3 e 4 gotejadores, ou seja, 0, 25, 50, 75 e 100% da ETc. Para manter os mesmos pontos de molhamento (4 bulbos) foram utilizados distribuidores de descarga e micro-tubos (Figura 1). Assim, na lâmina de 25% da ETc utilizou-se apenas um gotejador subdividido em quatro pontos de molhamento e na de 50% da ETc utilizou-se dois gotejadores subdivididos em dois pontos de molhamento cada, enquanto que na de 75% da ETc utilizou-se três gotejadores, sendo apenas um deles subdividido em dois pontos, totalizando quatro pontos de molhamento. Já na lâmina de 100% da ETc utilizou-se quatro gotejadores distribuídos de forma equidistantes entre si na projeção da copa. Todos os tratamentos foram irrigados com a mesma frequência e duração.



**Figura 1.** (A) gotejador utilizado (4 litros h<sup>-1</sup>); (B) distribuidor de descarga para gotejadores com saídas múltiplas; (C) esquema do distribuidor de descarga conectado a um gotejador e a micro-tubos de 3/5 mm, simulando o tratamento que recebeu 25% da ETc.

Para a análise do volume de solo molhado, realizou-se abertura de trincheiras na área de bordadura da cultura. Foram instalados gotejadores com vazão de 1, 2 e 4 litros por hora, que possibilitou a simulação das irrigações, no mesmo tempo e frequência das realizadas no pomar, permitindo dessa forma as medições dos bulbos.

Para se determinar as dimensões do bulbo molhado em função das diferentes lâminas aplicadas, foram realizadas leituras diárias de tensiômetros, instalados nas profundidades de 0,2, 0,3 e 0,4 m em três repetições por tratamento, que permitiram o monitoramento da profundidade de molhamento em função da variação da umidade do solo.

Durante 17 meses (agosto de 2002 a janeiro de 2004) de submissão a diferentes lâminas de irrigação, realizou-se a amostragem de raízes em 10 plantas, duas plantas para cada lâmina de irrigação, de acordo com o método de trado (BÖHM, 1979). As amostras foram coletadas em 4 pontos (0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 metros distante do colo da planta), e em duas profundidades (0,0-0,3 e 0,3-0,6 metro), de acordo com o espaçamento adotado por Whitney et al. (1990). Esta configuração totalizou 8 amostras por planta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas sub-subdividida e arranjo fatorial de cinco lâminas (0%, 25%, 50%, 75% e 100% da ETc obtida por um lisímetro de pesagem), duas profundidades (0,0-

0,3 e 0,3-0,6 metro) e quatro pontos de amostragem (0,3, 0,6, 0,9 e 1,2 metro distantes do tronco). Todos os tratamentos tiveram 2 repetições totalizando 80 parcelas.

O trado utilizado foi do tipo caneca, com 0,09 m de diâmetro e 0,25 m de altura. Todo volume coletado pelo trado no perfil foi homogeneizado e posteriormente retirou-se uma sub-amostra de 1,8 dm<sup>3</sup>, a qual foi transferida para um saco plástico transparente, devidamente identificado. As amostras foram colocadas para secar a sombra (terra seca ao ar) e após 12 horas, as mesmas foram lavadas em água corrente utilizando peneiras com abertura de 2 mm, para eliminação do solo e retenção das raízes. Em seguida, as raízes foram secadas em estufa com ventilação forçada a 65°C, durante 24 horas, e após este período foi determinada a massa seca. A densidade de raízes no solo (g dm<sup>-3</sup>) foi calculada pela razão entre o volume das amostras (1,8 dm<sup>3</sup>) e a massa seca de raízes (g), de acordo com a Equação 1.

$$dr = \frac{m}{V} \quad (1)$$

em que:

dr: Densidade de raízes no solo (g dm<sup>-3</sup>).

V: Volume da amostra (dm<sup>3</sup>).

m: Massa seca de raízes (g).

Para identificação das radículas, utilizou-se a metodologia proposta por Ford (1954) citado por Montenegro (1960) considerando como raízes em atividade aquelas cujo diâmetro fosse igual ou menor que 1,5 mm. Para isso, utilizou-se a princípio um paquímetro digital, porém, com a prática adquirida em calibração visual, este foi dispensado, e utilizando apenas no caso de dúvida.

Ainda com os dados coletados no experimento, foi utilizado o programa computacional Surfer Mapping System (Version 6.01 Golden Software, Inc., 1995) para simular a variação da distribuição do sistema radicular no perfil do solo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação do potencial matricial de água no solo ao longo do tempo para os diferentes níveis de irrigação pode ser observada na Figura 2. Na Figura 2A observa-se que tratamentos com aplicação de 25 % da ETc, o potencial médio foi de -18,82 kPa, -33,97 kPa e -38,44 kPa, respectivamente nas profundidades de 0,2, 0,3 e 0,4 m e tendo como valor médio -30,41 kPa, resultando em uma boa umidade ao solo, principalmente na camada de 0,0-0,2 m de profundidade. Os resultados deste tratamento demonstraram ainda que o bulbo molhado representado pela sua frente de molhamento na aplicação de ¼ da lâmina, em irrigações com tempo médio de 2 horas, não ultrapassaram a camada de 0,0-0,2 m no perfil do solo (Figura 4A). Nota-se também na Figura 2A, que os tensiômetros instalados nesta camada de solo responderam as irrigações com diminuição da tensão, o mesmo não ocorrendo com os demais tensiômetros instalados nas camadas mais profundas.

Nos tratamentos com aplicação de 50 % da ETc, Figura 2B, o potencial médio foi de -19,13 kPa, -21,00 kPa e -28,98 kPa, respectivamente nas profundidades de 0,2, 0,3 e 0,4 m, e com valor médio igual a -23,04 kPa. Neste tratamento verificou-se que a irrigação de 50 % da ETc proporcionou também uma boa umidade ao solo, principalmente na camada de 0,0-0,3 m de profundidade. Os dados revelam que o bulbo molhado, representado pela sua frente de molhamento na aplicação de 1/2 da lâmina, em irrigações com tempo médio de 2 horas, não ultrapassou a camada de 0,0-0,3 m no perfil do solo (Figura 4B). A Figura 2B mostra que os tensiômetros instalados nesta camada de solo, 0,0-0,3 m, responderam as irrigações com diminuição da tensão, fato não observado nos valores fornecidos pelos tensiômetros instalados em camadas mais profundas.

De acordo com a Figura 2C, no tratamento com aplicação 75 % da ETc, o potencial médio foi de -14,95 kPa, -17,73 kPa e -19,89 kPa, respectivamente nas profundidades de 0,2, 0,3 e 0,4 m e com valor médio igual a -

17,52 kPa. Desta forma, a água aplicada proporcionou ao solo uma boa umidade, principalmente na camada de 0,0-0,4 m de profundidade. As leituras dos tensiômetros indicaram que o bulbo molhado, representado pela sua frente de molhamento para aplicação de  $\frac{3}{4}$  da lâmina ideal, em irrigações com tempo médio de 2 horas, não ultrapassou a camada de 0,0-0,4 m no perfil do solo (Figura 4B). A Figura 2C demonstra que os tensiômetros instalados nesta camada de solo responderam as irrigações, fato observado pela diminuição da tensão.

Nota-se na Figura 2D que nos tratamentos com aplicação de 100 % da ETc, o potencial médio foi de -16,72 kPa, -16,21 kPa e -18,13 kPa, respectivamente nas profundidades de 0,2, 0,3 e 0,4 m, resultando em um valor médio de -17,02 kPa. Verifica-se também que a irrigação praticada proporcionou uma boa umidade ao solo, sendo o bulbo molhado representado pela sua frente de molhamento com aplicação de 100 % da lâmina ideal, em irrigações com tempo médio de 2 horas, ultrapassou a camada de 0,0-0,4 m no perfil do solo (Figura 4C). Como pode ser observado na Figura 2D, os tensiômetros instalados nesta camada de solo responderam as irrigações diminuindo a tensão.

O estudo também mostrou que os bulbos molhados apresentaram 0,5, 0,4 e 0,3 m

de diâmetro horizontal e 0,7, 0,35 e 0,28 m de profundidade, para as vazões de 4, 2 e 1 litro por hora, respectivamente. Os resultados deste trabalho estão de acordo com testes realizados em laboratório e no campo por Bresler et al. (1971) que concluíram que um aumento na taxa de vazão por gotejador resulta em um aumento na extensão horizontal do bulbo. Isso foi confirmado posteriormente por Vermeiren e Jobling (1997) que relataram que para um mesmo tempo de irrigação, quanto maior a vazão do emissor, maior também a extensão horizontal do bulbo.

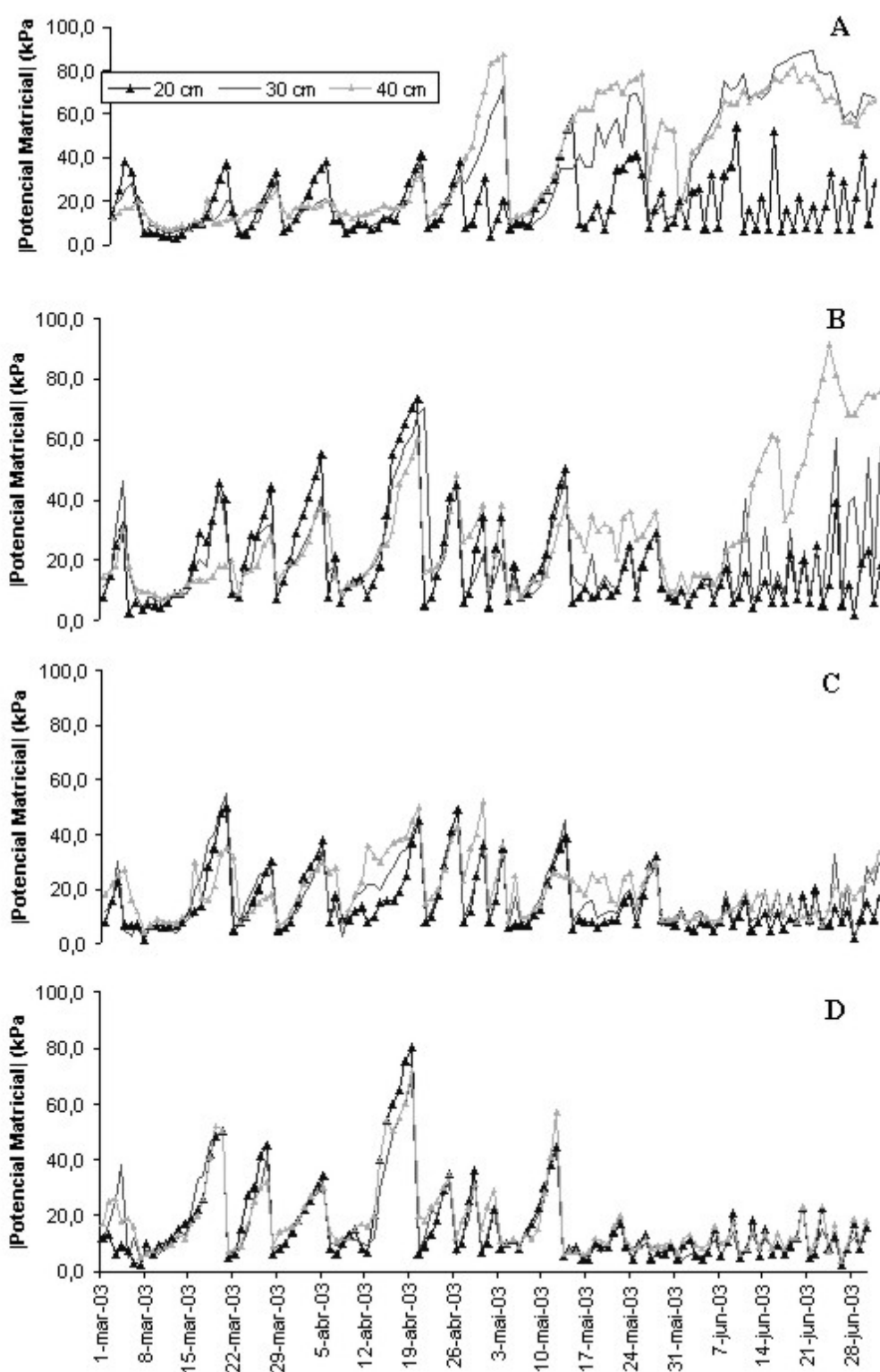
Observa-se pela Tabela 1, que não houve efeito significativo a 5 % de probabilidade para a interação lâmina x profundidade, profundidade x distância horizontal, assim como para lâmina x profundidade x distância horizontal. Enquanto que, entre as profundidades, e entre as distâncias horizontais avaliadas, todas interações foram significativas no nível de 5% de probabilidade, tanto analisando raízes totais, como somente as radículas.

Na Tabela 1 observa-se ainda que, quando analisadas as raízes totais isoladamente, as interações entre lâminas e a interação lâmina x profundidade foram significativas a 5% de probabilidade. E quando analisadas somente as radículas, estas mesmas interações foram significativas a 1%.

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Variância da distribuição total de raízes e radículas de plantas jovens de citrumelo 'Swingle'. Piracicaba-SP, 2004.

Fonte de Variação	G. L.	Características	
		Raízes	Radicelas
Lâmina	4	12.79 **	7.96 *
Profundidade	1	66.06 **	124.53 **
Distância Horizontal	3	17.94 **	16.91 **
Lâmina x Profundidade	4	4.00 ns	3.72 ns
Lâmina x Distância Horizontal	12	2.99 **	2.35 *
Profundidade x Distância Horizontal	3	1.65 ns	1.11 ns
Lâmina x Profundidade x Distância Horizontal	12	1.65 ns	1.66 ns
C. V. (%)		51.2	55.7

\* = significativo à 1% de probabilidade, \*\* = significativo à 5% de probabilidade, ns = não significativo pelo teste de médias F, G.L.= graus de liberdade.



**Figura 2.** Módulo do potencial matricial da água no solo irrigado com 25% da ETc (A), 50% (B), 75% (C) e 100% (D), nas profundidades de 0,2, 0,3 e 0,4 m, durante o período de março à junho de 2003.

Observa-se nas Tabelas 2 e 3, assim como na Figura 3 que, de forma geral, 80 % das raízes amostradas estavam na profundidade de 0,0-0,3 m, das quais cerca de 50 % dessas eram radículas. Os outros 20 % restantes das raízes estavam na camada de 0,3-0,6 m, sendo que destas, 80 % eram radículas. A distribuição horizontal das raízes apresentou-se uniforme no solo, para tratamentos sem irrigação e também

para aqueles com aplicação de apenas 25 % e 50 % da ETc. Nos tratamentos com maior suprimento de água, aplicação de 75 e 100 % da ETc, as raízes se concentraram até a distância de 0,6 m da planta, sendo esta distância, equivalente ao diâmetro do bulbo molhado. Isto mostrou que há tendência das raízes em se concentrarem na região úmida formada pela irrigação localizada.

**Tabela 2.** Distribuição total de raízes de plantas jovens de citrumelo 'Swingle' (%), irrigado por gotejamento, sob diferentes níveis de irrigação.

<b>Sem irrigação</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	Total
0-30 cm	34,0	14,0	15,0	18,0	81,0 A
30-60 cm	11,0	2,0	3,0	3,0	19,0 B
Total	45,0 <b>A b</b>	17,0 <b>A b</b>	18,0 <b>A a</b>	20,0 <b>A a</b>	100,0
<b>Irrigação - 25% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	25,0	18,0	16,0	20,0	78,0 A
30-60 cm	5,0	11,0	4,0	3,0	22,0 B
Total	30,0 <b>A b</b>	28,0 <b>A b</b>	20,0 <b>A a</b>	22,0 <b>A a</b>	100,0
<b>Irrigação - 50% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	35,0	23,0	12,0	14,0	84,0 A
30-60 cm	13,0	2,0	1,0	0,0	16,0 B
Total	48,0 <b>A b</b>	25,0 <b>A b</b>	13,0 <b>A a</b>	14,0 <b>A a</b>	100,0
<b>Irrigação - 75% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	25,0	29,0	15,0	9,0	79,0 A
30-60 cm	12,0	7,0	2,0	0,0	21,0 B
Total	37,0 <b>A a</b>	36,0 <b>A a</b>	17,0 <b>B a</b>	10,0 <b>B a</b>	100,0
<b>Irrigação - 100% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	36,0	26,0	7,0	7,0	76,0 A
30-60 cm	17,0	4,0	1,0	2,0	24,0 B
Total	53,0 <b>A ab</b>	30,0 <b>A a</b>	8,0 <b>B a</b>	9,0 <b>B a</b>	100,0

\* (A) letras maiúsculas indicam o efeito da profundidade do sistema radicular dentro de cada lâmina de irrigação. (A) Letras maiúsculas em negrito indicam o efeito da distância horizontal dentro de cada lâmina de irrigação. (a) Letras minúsculas em negrito indicam o efeito das lâminas de irrigação dentro de cada distância horizontal.

**Tabela 3.** Percentagem de radículas em relação ao total de raízes amostradas no perfil do solo.

<b>Sem irrigação</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	<b>Total</b>
0-30 cm	63,10	59,90	53,97	17,87	48,71
30-60 cm	30,16	84,00	103,23	100,00	79,35
Total	46,63	71,95	78,60	58,94	
<b>Irrigação - 25% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	57,85	76,14	55,35	73,98	65,83
30-60 cm	100,00	57,94	61,90	19,61	59,86
Total	78,93	67,04	58,63	46,79	
<b>Irrigação - 50% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	55,97	93,27	73,03	50,37	68,16
30-60 cm	89,56	100,00	86,96	100,00	94,13
Total	72,77	96,63	79,99	75,19	
<b>Irrigação - 75% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	51,42	26,45	32,45	25,14	33,87
30-60 cm	69,22	98,43	82,98	100,00	87,66
Total	60,32	62,44	57,72	62,57	
<b>Irrigação - 100% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	62,67	50,90	23,04	62,86	49,87
30-60 cm	57,14	74,13	100,00	32,84	66,03
Total	59,90	62,52	61,52	47,85	

Os resultados deste estudo estão de acordo com dados de Kolesnikov (1971), o qual relata que existem vários fatores que interferem no desenvolvimento do sistema radicular de plantas cítricas, dentre os quais destaca-se a variedade da copa, tipo de porta-enxerto e o manejo adotado no pomar. Este mesmo autor relata ainda, que a maioria das raízes cítricas encontram-se distribuídas horizontalmente ao redor de 2 m, sendo que a maior concentração pode ser encontrada até 0,5 m de profundidade, fato também observado neste trabalho. Respostas semelhantes também foram encontradas por Montenegro (1960), que estudou o sistema radicular de vários porta-enxertos, combinados com várias espécies de copas de citros, concluindo que

90 % das raízes encontravam-se a 0,6 m de profundidade e que a distribuição horizontal ocorreu no raio de 2 m, onde foram concentradas 75 a 95 % das radículas.

Moreira (1983), verificou que para laranjeiras ‘Baianinha’ e ‘Pera’ adultas, cerca de 46 % das radículas encontraram-se nos primeiros 15 cm de profundidade, 45 % estavam até 30 cm e 73 % até 60 cm. Lateralmente, as raízes desenvolveram-se até 4,2 m de distância a partir do tronco, com pequena redução entre 3,5 e 4,2 m. Estes dados diferem um pouco dos valores encontrados neste trabalho (Tabela 4) devido o pomar ainda se encontrar em fase de formação. Isto também ajuda explicar a baixa densidade de raízes encontrada a 0,9



e 1,2 m distante do caule para todos os tratamentos, que provavelmente foi influenciada pela pouca idade das plantas, uma vez que o pomar ainda estava em formação durante a realização deste estudo.

Nota-se na Tabela 2 uma diminuição na densidade de raízes à medida que a profundidade do solo

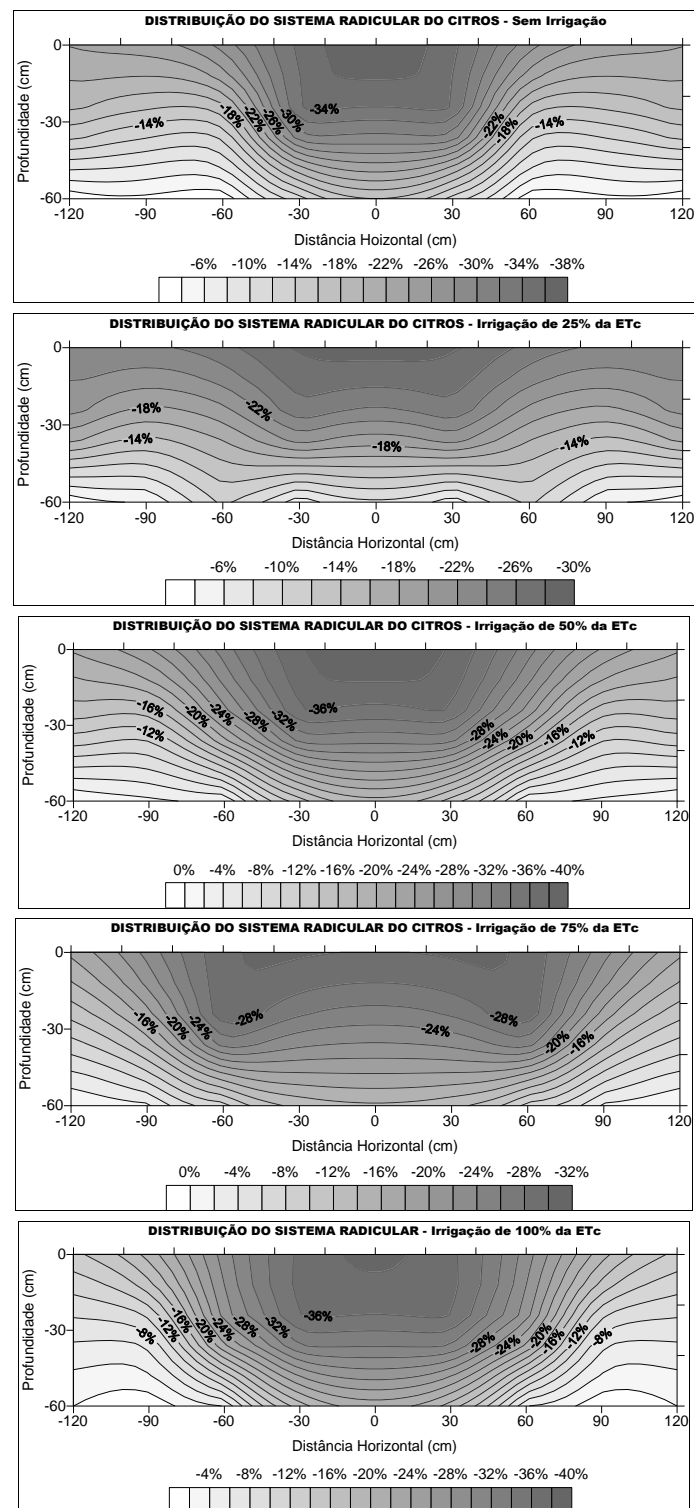
aumenta, assim como uma maior densidade de raízes nos tratamentos irrigados, em relação ao sem irrigação. Estes resultados condizem com dados encontrados por Villas Boas et al. (2002), que realizou um experimento com laranja 'Valência'.

A Figura 3 simula a variação da distribuição do sistema radicular no perfil do solo.

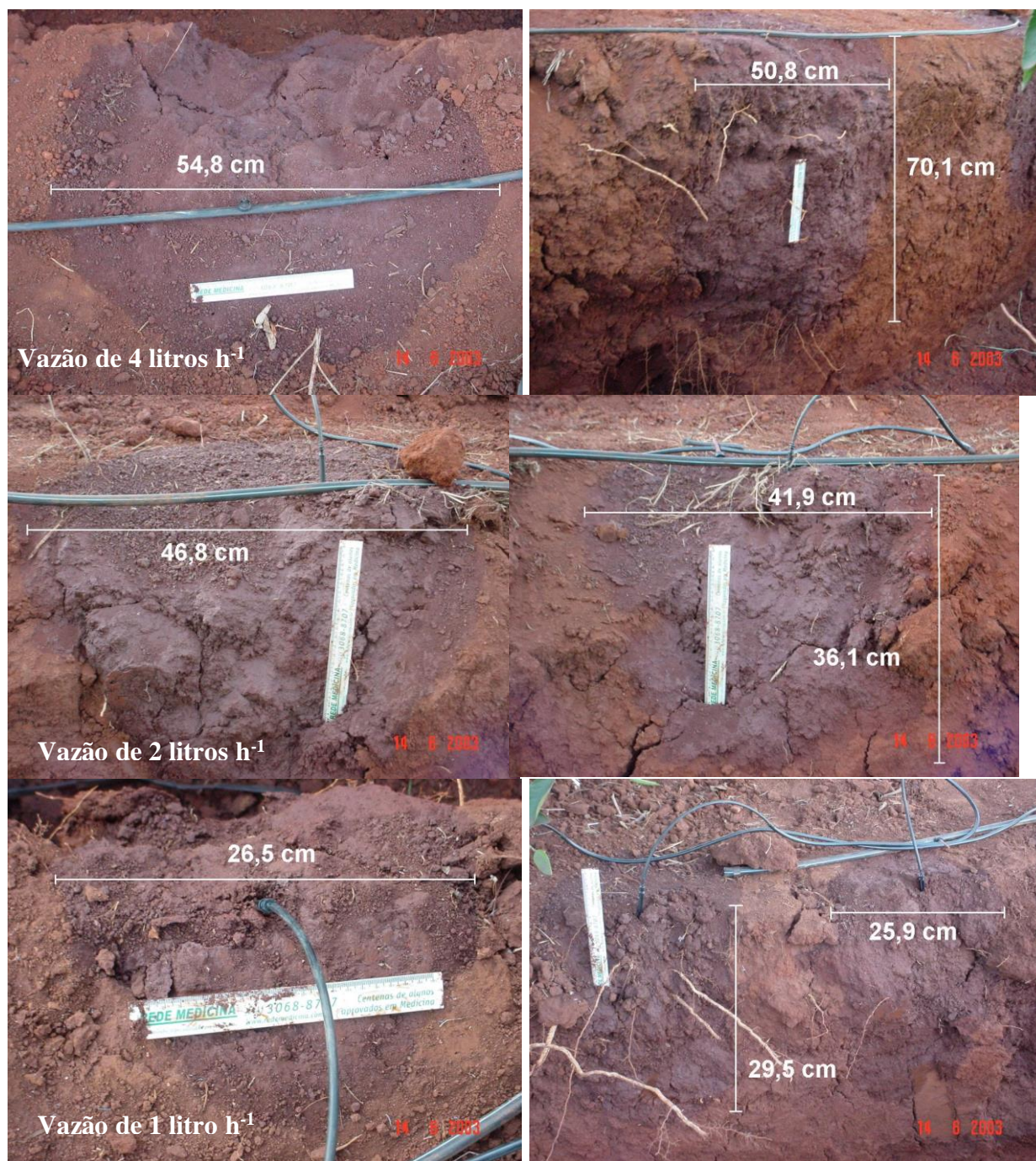
**Tabela 4.** Distribuição das radículas de plantas jovens de citrumelo 'Swingle' (%), irrigado por gotejamento, sob diferentes níveis de irrigação.

<b>Sem irrigação</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	Total
0-30 cm	37,48	16,27	18,25	5,94	77,93 A
30-60 cm	5,37	2,97	7,92	5,80	22,07 B
Total	42,86 <b>A b</b>	19,24 <b>A b</b>	26,17 <b>A a</b>	11,74 <b>A a</b>	100,00
<b>Irrigação - 25% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	22,91	20,33	13,35	22,00	78,60 A
30-60 cm	7,28	9,41	3,95	0,76	21,40 B
Total	30,20 <b>A ab</b>	29,74 <b>A b</b>	17,30 <b>A a</b>	22,76 <b>A a</b>	100,00
<b>Irrigação - 50% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	25,42	30,98	11,93	9,15	77,49 A
30-60 cm	18,03	2,98	1,36	0,14	22,51 B
Total	43,46 <b>A ab</b>	33,97 <b>A ab</b>	13,29 <b>A a</b>	9,29 <b>A a</b>	100,00
<b>Irrigação - 75% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	28,74	16,75	11,01	5,38	61,88 A
30-60 cm	19,16	15,33	3,18	0,45	38,12 B
Total	47,90 <b>A ab</b>	32,08 <b>AB a</b>	14,19 <b>B a</b>	5,83 <b>B a</b>	100,00
<b>Irrigação - 100% da ETc</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>	<b>120 cm</b>	
0-30 cm	19,48	33,52	5,18	10,26	68,45 A
30-60 cm	18,86	9,95	1,61	1,14	31,55 B
Total	38,34 <b>A a</b>	43,47 <b>A a</b>	6,79 <b>B a</b>	11,40 <b>B a</b>	100,00

\* (A) letras maiúsculas indicam o efeito da profundidade do sistema radicular dentro de cada lâmina de irrigação. (A) Letras maiúsculas em negrito indicam o efeito da distância horizontal dentro de cada lâmina de irrigação. (a) Letras minúsculas em negrito indicam o efeito das lâminas de irrigação dentro de cada distância horizontal.



**Figura 3.** Distribuição do sistema radicular de plantas com 30 meses de idade, em Terra roxa estruturada, irrigadas por gotejamento, na região de Piracicaba-SP.



**Figura 4.** Dimensões do bulbo molhado formado por gotejamento com vazões igual a 4, 2 e 1 litro por hora, em um tempo de 2 horas de irrigação.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, conclui-se que:

Os bulbos molhados apresentaram 0,5, 0,4 e 0,3 m de diâmetro horizontal e 0,7, 0,35 e 0,28 m de profundidade para as vazões de 4, 2 e 1 litro por hora, respectivamente.

Para todas as lâminas de irrigação (0%; 25%; 50%; 75% e 100%), 80% das raízes se concentraram na profundidade de 0-0,3 m. A distribuição horizontal das raízes apresentou maior comprimento (1,2m) nas plantas com menor lâmina de irrigação (50%, 25% e sem irrigação). Nas plantas irrigadas com 75% e 100% da ETc houve concentração das raízes mais próximo ao caule, até 0,6 m.

O estudo mostrou que as lâminas de irrigação influenciam significativamente na distribuição de raízes, e também que o déficit hídrico induz o crescimento horizontal.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado São Paulo - FAPESP pelo suporte financeiro e ao Grupo de práticas em Irrigação e Drenagem - GPID/ESALQ/USP pelo apoio e dedicação na coleta dos dados.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. In: W.D.(Ed.) Ecological studies. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 1979. 189 p.
- BRESLER, E. Infiltration from a trickle Source: II Experimental data and theoretical predictions. **Soil Science Society of America Proceeding.**, Madison, v.35, n.5, p. 683-689, 1971.
- CASTRO, P.R.C., et al. Fisiologia da produção dos citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n. 209, p.26-38, 2001.
- CAMPECHE, L. F. S. **Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração da cultura da lima ácida 'Tahiti' (Citrus latifolia Tan.)** Piracicaba, 2002. 62 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- FIGUEIREDO, J.O. et al. Porta-Enxertos para lima ácida 'Tahiti' em duas regiões do estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.1, p. 203-213, 2001.
- KOLESNIKOV, V. **The root system of fruit plant**. Moscow: Mir. Publishers, 1971. 255 p.
- MONTENEGRO, H.W.S. **Contribuição ao estudo do sistema radicular das plantas cítricas**. Piracicaba, 1960. 143 f (Cátedra) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1960.
- MOREIRA, C.S. **Estudo da distribuição do sistema radicular da laranja Pêra (Citrus sinensis Osbeck) com diferentes manejos de solo**. 1983. 97 f. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.
- MORESHET, S.; COHEN, Y.; FUCHS, M. Response of mature 'Shamouti' orange trees to irrigation of different soil volumes at similar levels of available water. **Irrigation Science**, Southampton, v.3, n.25, 223-236p, 1983.
- SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R. A maior estiagem do século? **Notícias Piracena**, Piracicaba, v.6, n.50, p.1, 2000.
- VERMEIREN, GA.; JOBLING, GA. **Irrigação localizada**. Tradução de H.R.GHEYI et al. Campina Grande: UFPB, 1997, 184 p, (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36).
- VILLAS BOAS, R.L.V. Teores de nutrientes na folha, qualidade do suco e massa seca de raízes de laranja 'Valência' em função da irrigação e fertirrigação. In: MORAES, M.H.; ZANINI, J.R.; PAVANI, L.C. (Ed.), **Revista Brasileira de Citricultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.231-235, abril 2002.
- WHITNEY, J. D. et al, Soil water use, root density, and fruit yield for two citrus tree spacings. **Proceeding Florida State Horticultural Society**. V. 103, 1990. p. 50-54.