**DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE CULTIVARES
DE MANGUEIRAS (*Mangifera indica* L.) EM LATOSSOL**

ANDRES JOSE ARMADANS ROJAS
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. CÉLIO SOARES MOREIRA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo-Brasil
Novembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

A727d Armandas Rojas, Andres Jose
Distribuição do sistema radicular de cultivares
de mangueiras (Mangifera indica L.) em latossol.
Piracicaba, 1990.
58p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Manga - Raiz - Distribuição 2. Manga - Solo
3. Manga - Variedade I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.441

DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE CULTIVARES DE
MANGUEIRAS (*Mangifera indica* L.) EM LATOSSOL

ANDRÉS JOSE ARMADANS ROJAS

Aprovada em : 01/02/90

Comissão julgadora.

Prof. Dr. Celio Soares Moreira

ESALQ/USP.

Prof. Dr. Salim Simão

ESALQ/USP.

Prof. Dr. António Lucchesi

ESALQ/USP.

Prof. Dr. Celio Soares Moreira

Orientador

OFEREÇO

Aos meus pais

Aos meus irmãos

DEDICO

A minha esposa MARIA CECILIA

pelo estímulo, colaboração e
paciência.

Ao meu filho ADRIAN

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Célio Soares Moreira, pela orientação, amizade e sugestões apresentadas;

Aos professores Dr. Salim Simão, Dr. Heitor W. Montenegro, Dr. Vladimir Rodrigues Sampaio, Pedro Jacob Christoffoleti e João Tessarioli Neto, e ao colega Enio Marchezan, pelo apoio e sugestões apresentadas;

Ao Prof. Dr. Decio Barbin pela orientação nas análises estatísticas;

A Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería Agronómica, pela oportunidade concedida para a realização do curso;

Ao Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pela bolsa concedida;

A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, pela oportunidade de aperfeiçoamento;

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

I N D I C E

Página

LISTA DE TABELAS.	vi.
LISTA DE FIGURAS.	viii.
RESUMO.	ix.
SUMMARY	xii.
1. INTRODUÇÃO	1.
2. REVISÃO DE LITERATURA.	4.
2.1. Distribuição do sistema radicular	4.
2.2. Fatores que influenciam o sistema radicular	12.
2.3. Estudo de raízes.	16.
2.3.1. Métodos de estudo das raízes	16.
3. MATERIAL E MÉTODOS	18.
3.1. Local de execução	18.
3.2. Clima e solo.	18.
3.3. Pomar	18.
3.4. Delineamento estatístico.	21.
3.5. Avaliação do sistema radicular.	22.
3.5.1. Coleta das amostras.	22.
3.5.2. Preparo das radicelas.	24.
3.5.3. Peso das radicelas	25.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26.
4.1. Análise estatístico	26.
4.2. Distribuição horizontal	27.
4.3. Distribuição vertical	31.

4.3.1. Análise estatística da distribuição das radicelas nas profundidades de 0 a 120 cm	31.
4.3.2. Análise estatística da distribuição das radicelas nas profundidades de 0 - 15 cm e de 15 - 30 cm	36.
5. CONCLUSÕES	41.
6. LITERATURA CITADA.	43.
7. APÊNDICE	53.

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1:	Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira 'Oliveira Neto/Espada' nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.	54.
TABELA 2:	Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira 'Imperial/Espada' nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.	55.
TABELA 3:	Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira 'Oliveira Neto/Coco' nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.	56.
TABELA 4:	Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira 'Imperial/Coco' nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.	57.
TABELA 5:	Distribuição percentual das radículas da mangueira em função da distância do tronco.	27.
TABELA 6:	Análise da variância dos dados referentes ao peso das radículas nas amostras do experimento	29.
TABELA 7:	Distribuição percentual das radículas da mangueira em função da profundidade do solo	32.

TABELA 8: Teste de Tukey para médias do peso das radicelas de cada porta-enxerto dentro de cada profundidade	34.
TABELA 9: Análise da variância dos dados referentes ao peso das radicelas de mangueira, nas amostras, nos níveis de 0 -15 cm e de 15-30 cm de profundidade	37.
TABELA 10: Quantidade de radicelas (em porcentagem do total) existente no nível 0-15 cm e no nível 15-30 cm, nas diferentes distâncias do tronco.	38.
TABELA 11: Teste de Tukey para médias de porta-enxertos dentro das profundidades de 0-15 cm e 15-30 cm. . .	39.

LISTA DE FIGURAS

Página

- FIGURA 1: Representação esquemática da localização das covas e das amostras em diferentes profundidades no solo . . . . . 58.
- FIGURA 2: Representação gráfica da Regressão Polinomial, relativa a distância horizontal das radicelas das mangueiras. . . . . 30.
- FIGURA 3: Regressão Polinomial para níveis de profundidades das radicelas das mangueiras estudadas. . . . 33.

DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE CULTIVARES DE MANGUEIRAS (*Mangifera indica* L.) EM LATOSSOL

ANDRES JOSE ARMADANS ROJAS

Dr. Célio Soares Moreira
Orientador

RESUMO

O presente experimento foi realizado no Pomar do Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, em 1989, tendo como objetivo verificar a distribuição do sistema radicular das mangueiras 'Oliveira Neto' e 'Imperial' enxertadas sobre os porta-enxertos 'Espa-da' e 'Coco', com 23 anos de idade.

O solo pertence ao grande Grupo Latossol, série "Luiz de Queiroz" com topografia levemente ondulada. O clima é Cwa, segundo a classificação de Koeppen.

Para a avaliação do sistema radicular, através da quantidade de radículas, em amostras de terra obtida com "TRADO" conforme utilizado por FORD (1952), com pequenas modificações, que já foi utilizado por MONTENEGRO (1960) e MOREIRA (1983) em citros, e por CORRÊA (1982) em abacateiros.

Foram utilizadas 16 plantas, 4 de cada combi-

nação (copa/porta-enxerto). As amostras (10 por plantas, 5 de cada lado) foram retiradas a distâncias de 100, 200, 300, 400 e 500 cm do tronco. Em cada um desses pontos as amostras, de forma cilíndrica, com 30 cm de altura e 16 cm de diâmetro, foram tomadas até a profundidade de 120 cm. Na superfície as duas primeiras amostras representam 0 a 15 cm e 15 a 30 cm de profundidade.

Aqui é proposto pelo autor a destruição previa das raízes nas plantas daninhas aplicando o herbicida glifosato. Este procedimento permite separar as raízes das plantas daninhas e as raízes de mangueira nas amostras de solo.

Com base nos resultados obtidos, nas condições do experimento, pode-se concluir que:

A maior concentração das radículas nas camadas mais superficiais, existindo aproximadamente 46,77% nos primeiros 30 cm do solo, e 70,58% até os 60 cm de profundidade.

Não se observou influência do cultivar enxerto sobre o sistema radicular. Foi constatada a influência do porta-enxerto, nos primeiros 60 cm de profundidade, onde o cultivar Espada apresentou maior quantidade de radículas. Nas camadas inferiores, não houve diferenças entre os porta-enxertos.

Nos primeiros 15 cm de profundidade, houve

diferença significativa entre os porta-enxerto também nessa camada, o cultivar Espada apresentou maior quantidade de radículas. Na camada seguinte, 15 a 30 cm, não houve diferença estatística.

Na distribuição horizontal, a maior concentração das radículas encontram-se a 100 e 200 cm de distância do tronco, com 35,27% e 25,89% respectivamente. Verificou-se que a quantidade de radículas diminui com o aumento da distância do tronco.

Os resultados mostraram ser de muita importância para as mangueiras, que o manejo do pomar, seja feito considerando sempre que as radículas concentram-se superficialmente.

ROOT SYSTEM DISTRIBUTION OF MANGO VARIETIES (*Mangifera indica* L.) IN LATOSSOL SOIL

ANDRES JOSE ARMADANS ROJAS

Dr. Célio Soares Moreira
Adviser

SUMMARY

The experiment was carried out in a orchard of Horticultural Departament of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, state of São Paulo, Brazil, in 1989, with the objective of verify the root system distribution of mango trees of variety 'Oliveira Neto' and 'Imperial' grafted on a root stock of 'Espada' and 'Coco', 23 years old.

The soil is a Latossol, classified as series "Luiz de Queiroz" topography lighthly undulate. The climate is Cwa, according Koeppen classification.

For the valuation of root system, through the amount of radicels, it was used the "Auger" method. This method was used by FORD (1952), modified, by MONTENEGRO (1960) and MOREIRA (1983) for estudies in citrus, and by CORRÊA (1982) for avocado.

It was studied 16 plants, 4 of each combination (scion/root stock). The soil samples with roots (10 points, 5 each side) were taken from point at distances of

100, 200, 300, 400 and 500 cm from the trunk. The samples, had cylindrical form, 30 cm height and 16 cm of diameter. They were taken from the surface until 120 cm depth. The first sample was taken from 0 to 15 cm and the second from 15 to 30 cm depth, the rest was 30 cm height.

Here it is proposed by the author the previous destruction of the roots of weeds using herbicide glifosate. This procedure did permit the separation of weed roots and mango tree roots in the soil samples.

The conclusions in these experimental conditions are:

There is a higher concentration of radicles in the superficial layers, with approximately 46,77% in the 0 to 30 cm layer, and 70,58% in the 0 to 60 cm layer of depth.

It was not observed influence of the scion on the root system. It was found out the influence of the root stock, in the layers from 0 to 60 cm of depth, where the variety Espada showed higher amount of radicles. There were no differences among the root stock in the deeper layer.

There were significant differences among the root stock in the layer from 0 to 15 cm depth; for variety 'Espada' that showed higher amount of radicles. But in the next layer, 15 to 30 cm. There was no statistical differences between the treatments.

Concerning the horizontal distribution, the highest concentration of radicels were at 100 cm and 200 cm of distance of the stem, with 35,27% and 25,89% respectively. It was verified that the quantity of radicels decrease with the increase of the distance from the trunk.

The results suggest that is very important, for the manegement of mango orchard, to consider the superficial concentration of radicels.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira é originária da Ásia Meridional e Arquipélago Indiano, onde é cultivada há mais de 4000 anos, sendo que, na América o primeiro país a cultivar a manga foi o Brasil. As primeiras plantas dessa espécie vieram da África no século XVI, trazidas pelos portugueses plantadas na cidade de Rio de Janeiro, onde se difundiram para todo o país (SIMÃO, 1971).

A família Anacardiaceae, à qual pertence a manga (*Mangifera indica* L.), consiste de 64 gêneros e compreende muitas espécies de importância hortícola (MEDINA, 1981).

A Índia é o maior produtor de manga com 63,9% do total mundial, seguindo-se do México, Paquistão, Indonésia e Brasil, com respectivamente: 4,84%; 4,75%; 3,39% e 3,05% da produção mundial (FAO, 1986). A Flórida apesar de representar pouco em termos de volume de produção, conseguiu criar bons cultivares de manga, que encontraram alto valor comercial em muitas partes do mundo (KNIGHT JR, 1980). Além da Flórida, a mangueira é explorada economicamente em Porto Rico e Havai, muito embora a FAO não faça menção a

esta produção (SIMÃO, 1989).

O Brasil, com excessão dos Estados do sul do país e faixas litorâneas de São Paulo ao Rio Grande do Sul, encontra condições ecológicas bastante favoráveis para a produção econômica de manga (SIMÃO, 1980).

O Brasil vem aumentando em ritmo acelerado, novos plantios no Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, com a utilização de novos cultivares.

O Nordeste possui condições edafoclimáticas favoráveis à produção de manga de excelente qualidade, tanto na aparência do fruto quanto nas suas qualidades organolépticas (SAMPAIO, 1989). Também no Centro-Oeste, PINTO ~~et alii~~ (1981), afirmam que a mangueira, tem-se revelado uma das culturas perenes mais promissoras para a exploração nos cerrados. Porém, plantios em escala comercial da mangueira, praticamente só ocorrem nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

Da produção total brasileira, segundo o ANUARIO ESTATISTICO DO BRASIL (1975/86), 67,44% é produzido nas seguintes regiões: Minas Gerais, Ceará, São Paulo, Paraíba, Bahia e Piauí; com 17,4%; 15,25%; 10,09%; 9,38%; 8,05% e 7,63%, respectivamente. Dentro do Estado de São Paulo, as regiões produtoras são: São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Araçatuba, Bauru, Campinas, Marília, Presidente Prudente e Sorocaba (PIZA JR., 1989).

As perspectivas da manga no mercado mundial

são muito boas; os principais importadores do Brasil são: França, Holanda, Inglaterra, Alemanha Federal e Estados Unidos. As Filipinas têm como cliente principal, o Japão. O México, um dos grandes exportadores de manga, abastece o Canadá, Japão e Estados Unidos (SIMÃO, 1989).

As pesquisas no Brasil e em outros países, com esta fruteira, prendem-se basicamente à parte aérea da planta, isto é, tronco, ramos, folhas, flor, fruta e sementes. Poucas pesquisas têm sido feitas com relação à parte subterrânea da planta: a raiz. Quer por ocultar-se no solo, quer por dificuldades técnicas, esses estudos não têm recebido por parte dos pesquisadores a atenção que permita conhecimento mais amplo da planta.

Problemas importantes para o desenvolvimento da cultura no Brasil, tais como: adubação, irrigação, manejo de solo, e alguns outros tratos culturais poderão ser melhor estudados com o conhecimento do sistema radicular da planta, para obter incremento na produção dos pomares.

O presente trabalho tem como objetivo, verificar a distribuição do sistema radicular de dois cultivares de mangueira, utilizados como porta-enxertos, e a possível influência de dois cultivares copas sobre essa distribuição.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Distribuição do Sistema Radicular

A distribuição de raízes já foi estudada em várias espécies frutíferas. Isso, devido à importância que o sistema radicular exerce no desenvolvimento das plantas.

COWART (1938), estudou a distribuição das raízes do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch) em plantas com 1 e 2 anos de idade. Verificou que em plantas com 1 ano, as raízes atingiam uma profundidade de 99 cm. Entretanto, perto de 91,5% das radículas (menores que 2 mm de diâmetro), apareciam nos primeiros 50 cm de profundidade. Para as plantas com 2 anos de idade, verificou que as raízes atingiam a profundidade de 150 cm. Porém, 84,8% das radículas, apareciam nos primeiros 50 cm de profundidade.

INFORZATO *et alii* (1975) trabalhando com pessegueiro 'Talismã', enxertada sobre 'Rei da Conserva', com 9 anos de idade, verificaram que perto de 96% das raízes encontram-se nos primeiros 50 cm de profundidade.

Estudando o sistema radicular dos cafeeiros 'Bourbon Amarelo' e 'Mundo Novo', INFORZATO e REIS (1963), verificaram que estes atingiam profundidades médias de 3,7 e 3,1 m, respectivamente. Em ambos os cultivares, perto de

90% das raízes foram encontradas nos primeiros 50 cm de profundidade. A maior densidade de raízes finas foram encontradas nas proximidades do tronco, num raio de 75 cm.

CORRÊA (1982), estudando a distribuição do sistema radicular de algumas variedades de abacateiros, com 9 anos de idade, cultivados num solo Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras, obteve as seguintes conclusões:

- * Existe marcante influência da cultivar enxerto sobre o sistema radicular.

- * O sistema radicular dos abacateiros 'Collinson', 'Simmonds', 'Wagner' e 'Linda' atingiu maior profundidade (300 cm) do que do 'Pollock' que foi mais superficial (210 cm).

- * O peso das raízes em cada cultivar, diminui com a profundidade.

- * Os abacateiros 'Pollock', 'Wagner', 'Collinson', 'Simmonds', e 'Linda' possuem, até a profundidade de 150 cm, respectivamente: 83,85%, 80,44%, 74,70%, 67,72% e 65,31% de raízes, evidenciando maior concentração superficial das raízes das duas primeiras em relação às outras.

Nos citros, de maneira geral, as radículas, tendem a concentrar-se (de 60% a 70%) na camada de solo de 0 a 45-75 cm de profundidade (CASTLE & KREZDORN, 1973; MIKHAIL & ZEFTAWI, 1979).

FORD (1954), estudou plantas de várias idades sobre quatro diferentes porta-enxertos, Limão 'Rugoso-da-

Flórida', Laranja 'Azeda', Laranja 'Doce' e Tangerina 'Cleópatra', e mostrou que, com o aumento da idade, há um aprofundamento progressivo do sistema radicular, de modo geral. FORD (1959), comprovou que o crescimento das raízes decrescia quando o conteúdo de argila era superior a 28%.

Utilizando o método de Trado, MONTENEGRO (1960), estudou a distribuição do sistema radicular de laranjeiras 'Hamlim', 'Baianinha' e 'Pera', enxertadas sobre diversos porta-enxertos e, também, o sistema radicular de pé-franco de diversos porta-enxertos nas condições de São Paulo, verificando marcante influência da variedade de copa sobre o sistema radicular.

Quanto à distribuição horizontal das raízes, constatou que num raio de 2 m, a partir do tronco se encontra de 75% a 94% do total de radicelas. Quanto à profundidade constatou que em árvores de 10 anos, 90% das raízes estão na camada do solo que vai da superfície à profundidade de 60 cm e que para árvores de 23 anos, atinge até 90 cm de profundidade.

Constatou, também, que a maior quantidade de raízes nem sempre correspondeu à maior copa ou à maior produção, e que o solo mostrou influência não somente no vigor do raizame (peso das radicelas) como também na sua distribuição.

RODRIGUES *et alii* (1978), estudaram o sistema

radicular de três porta-enxertos de citros, desde a idade de 3 até 36 meses, no Estado de São Paulo.

Encontraram, as maiores quantidades de raízes na camada superficial do solo, existindo entre 0-10 cm, 41%, 33% e 28% de raízes, respectivamente para o 'Trifoliata', 'Cravo' e 'Caipira'; até 50 cm. de profundidade, estavam 91% das raízes do 'Trifoliata', 81% da 'Caipira' e 79% do 'Cravo'.

PACE (1979) estudou o sistema radicular de laranjeira 'Natal' de 5 anos de idade, sobre três porta-enxertos de citros, em solos Podzólico Vermelho, no Estado do Rio de Janeiro, utilizando nesse trabalho o método de "Trincheira".

O autor encontrou maior porcentagem de radículas nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, na área correspondente ao raio de projeção da copa. Constatou acentuada diminuição de radículas abaixo de 80 cm.

MOREIRA (1983), utilizando o método do "Trado", estudou a distribuição radicular da laranjeira 'Pera' sob diferentes manejos das plantas daninhas e constatou que as radículas localizam-se superficialmente, existindo aproximadamente 50% delas nos primeiros 15 cm do solo e mais 10% até a profundidade de 30 cm. Quanto à distribuição horizontal, detectou maiores concentrações de radículas entre as distâncias de 140 a 350 cm do tronco.

ARMADANS e SEKI (1986) estudaram a distri-

buição do sistema radicular da laranjeira 'Doce', em solo Podzólico Vermelho Amarelo, nas condições de Assunção (Paraguai). Os autores constataram uma maior presença de raízes na zona superficial do solo, tendo sido encontrado 80% delas nos primeiros 30 cm; a partir daí a porcentagem foi decrescendo.

Quanto à distribuição horizontal, detectou-se maior concentração de raízes desde os 50 cm do tronco até os 250 cm aproximadamente.

Em mangueiras, alguns estudos foram feitos em distribuição de raízes.

Os primeiros trabalhos sobre este aspecto aparecem desde Pusa, Bihar (India) em 1906 onde Howard¹, citado por THAKUR et alii(1981), observou series de raízes, uma primeira serie aos 45 cm da superficie do solo, e outra próxima da região do lençol freático, aproximadamente 4,8 m abaixo da superficie.

Acredita-se, geralmente, que a mangueira desenvolve um sistema radicular extenso e profundo; tendo STEPHENS (1949), observado que as raízes de mangueira atingian uma profundidade de até 5,50 m.

KHAN (1960) no Pakistão, (Lyallpur), estudou o

1

HOWARD, A. Agricultural Research. Inst. Pusa, Bihar, India
bull, 4, 1906.

sistema radicular em extensão e profundidade, em mangueiras de 18 anos de idade, obtendo os seguintes resultados:

.A maior parte das raízes, isto é, 94,5%, concentrava-se dentro da profundidade de 0,30 a 1,50 m. Por outro lado, 93,3% do total das raízes estavam concentradas dentro de um raio de 1,80 m da árvore.

.A zona radicular efetiva da manga encontrava-se a 1,20 m de profundidade e a 1,80 m de extensão, apresentando grande número de radicelas.

.Recomenda esse autor, portanto, a aplicação de fertilizantes na área com raio de 1,80 m ao redor do tronco da mangueira.

No estudo de raiz, com o cultivar Safre, PLESSIA & SMITH (1973), encontraram que aproximadamente 80 % das raízes fibrosas estavam nas camadas até 1,0 m de profundidade.

AVILAN (1974), na Venezuela, em estudo do sistema radicular de mangueira, do cultivar Haden de 7 anos de idade, utilizando o método da "Trincheira", observou a maior concentração de raízes aos 1,5 m do tronco e de 1,10 até 1,70 m de profundidade.

GHOSH (1974), observou o máximo de concentração de raízes dentro dos primeiros 50 cm do tronco.

BOJAPPA & SINGH (1974) estudando na Índia a distribuição das radicelas de plantas do cultivar Dashehari, de 18 e 25 anos de idade, observaram que a maior

concentração de radículas em ambos os casos, situa-se nos primeiros 60 cm de profundidade e entre 60 e 120 cm de distância do tronco. A concentração decresce com o aumento da distância do tronco e profundidade no solo. A grande intensidade das radículas foi encontrada na camada entre 0-15 cm em ambos os casos, representando 35,7% e 45,4% respectivamente.

2

Narayana Rao & Rameshwar na Índia, citados por THAKUR et alii (1981), também reportaram que a maioria das radículas estavam presentes até os 60 cm de profundidade e 200 cm de distância do tronco, em árvores de mangueira de 18 anos de idade do cultivar Banganapally.

Estudos de distribuição de raízes, com a uti-

32

lização de P foram feitas em mangueira por BOJAPPA & SINGH (1973). Eles encontraram que a maioria das radículas estavam presentes nas camadas superficiais em caso de plantas jovens e adultas. Maior concentração foi encontrada entre os 0-15 cm de profundidade, principalmente em árvores velhas, comparadas com as plantas jovens. Estes pesquisadores também observaram uma grande absorção a 1,2 m de distância do tronco e a uma profundidade de 15 cm; não

2

NARAYANA RAO, M. and A. RAMESHWAR. Res. report on mango of A.I.C.F.I.P. Mtg. held. at Goa, Panaji, India 2-5th May, 1979, p. 181.

obstante, o segundo ponto máximo estava próximo aos 3,0 m de distância do tronco.

MOUTOUNET *et alii* (1977), na ilha de Reunião, em duas mangueiras de pé franco de 5 anos de idade, dos cultivares Maisonrouge e Carotte, estudaram o sistema radicular e constataram que as raízes desses cultivares atingiram 70 e 40 cm de profundidade, com máximo de 31% e 40% entre 10 e 20 cm de profundidade, respectivamente. Em relação à distribuição horizontal das raízes, concluíram que, na mangueira 'Carotte', com raio médio da copa de 2,37 m o índice de distribuição das raízes a partir do tronco é máximo a 0,75 m com 15%; mas, há ainda 5% a 3,20 m, sendo esta distância de 1,35 vezes o raio da copa.

Já, na mangueira 'Maisonrouge', com raio médio da copa de 1,80 m, o índice de distribuição das raízes variou de 8,0% a 0,5% em um raio de 3,40 m, mas era ainda de 5% a 3,40 m, ou seja, uma distância do tronco igual a 1,85 vezes o raio da copa.

AVILAN *et alii* (1978), na Venezuela, avaliando a distribuição de radículas de mangueira, em solos de textura arenosa, observaram que a maior concentração de radículas situava-se aos 1,5 m de distância do tronco e entre 30 e 50 cm de profundidade.

Também AVILAN *et alii* (1979), trabalhando na Venezuela em cultivar Haden, enxertadas sobre porta-

enxerto de manga "criollo", de 17 anos de idade, utilizando o método de "trincheira" descrito por KOLESNIKON (1971), verificaram que a maior concentração radicular localiza-se aproximadamente nos primeiros 40 cm de profundidade, e a partir daí, o número de raízes é relativamente escasso. A maior concentração de raízes de diâmetro fino, se localiza nos perfis amostrados em um raio de 2 m ao redor do tronco.

Segundo MEDINA (1981), um sistema radicular extenso e profundo, confere à mangueira condições para suportar longas estiagens e mesmo dispensar a prática de irrigação, ainda que o solo da camada onde se situa o primeiro agrupamento de raízes atinja o ponto de murchamento.

2.2. Fatores que influenciam o Sistema Radicular

Numerosos estudos, demonstraram que é grande o número de fatores que tem ação sobre o comportamento do sistema radicular.

Tem sido demonstrado que a presença de horizontes compactados, KONG (1968); YANG (1970), lençol freático, FORD (1973); ROWE et alii (1973); GRABLE (1966), e o estado nutricional dos cultivos, LAL et alii (1968) constituem junto com o manejo dos solos, os fatores que mais influenciam na distribuição do sistema radicular, e também na produção.

WEAVER (1926), TROCME (1966) e ROGERS (1939) observaram a influência da composição química, aeração,

textura, estrutura, água e temperatura do solo. Também as operações de cultivo do solo, adubação, cobertura morta e culturas intercalares, influem na distribuição do sistema radicular segundo esses mesmos pesquisadores.

COIT (1940) afirma ser o abacateiro uma árvore de enraizamento superficial. Raízes fibrosas e finas, as quais absorvem água, nutrientes e oxigênio desenvolvem-se de forma abundante próximo à superfície do solo. Tais raízes, funcionam melhor quando o solo é protegido por uma grossa camada de folhas, a qual deve apresentar razoável umidade.

A falta de água no solo reduz o número de novas radículas. RICHARDS & COCKROFT (1975) observaram em pessegueiro que, deixando-se o solo seco até a metade do verão, ao iniciar-se a irrigação, a formação de radículas foi praticamente imediata. As plantas irrigadas a cada 3-4 dias durante toda a estação tiveram o dobro da concentração de radículas próximas à superfície do solo.

GOODE & HYRYCZ (1964) não obtiveram efeito significativo da irrigação sobre o total de radículas de macieira, embora a distribuição tenha se alterado. Houve aumento do peso de raízes de 0 a 15 cm e redução de 15 a 30 cm de profundidade.

GOODE & HYRYCZ (1970) observaram que a irrigação aumentou o peso total e a densidade das raízes de groselha (*Phyllanthus distichus*). GOODE et alii (1978) es-

tudando raízes de maçã irrigadas, encontraram os mesmos resultados, sendo que neste último trabalho o efeito só foi significativo na profundidade de 0 a 15 cm.

A tendência de reduzir o aprofundamento por efeito da irrigação foi também verificada por BEUKES (1984) e LEVIN *et alii* (1979) em maçã e por LAYNE *et alii* (1986) em pêssogo, embora neste último caso o número total de radículas tenha sido maior nas parcelas não irrigadas. CAHOON & STOLZY (1966), em plantas cítricas, não obtiveram aumento na superfície por influência da irrigação do sistema radicular.

POPENOE (1920), ao recomendar solos para o cultivo da mangueira, afirma, que dentre as características físicas e químicas do terreno, a mais importante é a drenagem. SINGH (1960) assinala que o solo para manga deve possuir profundidade mínima de 1,20 m; textura "franca" a "franca-arenosa", estrutura granular e o lençol freático a 1,80 m de profundidade em todas as estações do ano.

AVILAN (1974), conclui que as propriedades físicas do solo influenciam marcadamente na distribuição radicular da mangueira, e além disto, a presença de pedras de tamanho regular no sub-solo atúam como obstáculo e induzem as raízes a mudança de direção e a ramificações.

AVILAN & MENESES (1979) estudaram a distribuição radicular da mangueira, cultivadas em diferentes regiões da Venezuela, cujos solos diferem acentuadamente em

suas características físicas e químicas, sendo que o método de estudo radicular empregado foi o de "trincheira". Verificaram que a sequência textural influi acentuadamente na distribuição lateral e vertical das raízes. A maior concentração das raízes finas ocorre a 1,5 m de distância do tronco nos solos de textura grossa a média; enquanto que nos solos de textura fina esta concentração ocorre a 2,5 m do tronco. Acrescentaram que para solos muito densos, com macroporosidade entre 3% e 4%, é afetada a penetração de raízes, neste caso, a partir dos 40 cm de profundidade.

A mangueira, para fins comerciais, atualmente, é propagada através de enxertia, sendo os porta-enxertos obtidos de sementes. Os efeitos do porta-enxerto sobre o enxerto não são bem conhecidos, mas segundo DONADIO (1980), o vigor, a longevidade, a produção e mesmo a qualidade do fruto, são influenciados.

No Brasil, SIMÃO (1971), MEDINA (1981), SOARES (1989) e MORAES (1989) afirmam que não se têm estabelecido, ainda qual o melhor cultivar para porta-enxerto de mangueira. Informaram que o mais utilizado têm sido a 'Espada' ou 'Comum', por se encontrar disseminado pelo país todo e ser, portanto, de mais fácil aquisição. Porém, em certas regiões do Estado de São Paulo, os cultivares Rosa, Rosinha e Coquinho, têm sido utilizadas.

AUBERT (1975) afirma que enquanto não se obti-

ver maior número de dados a respeito do desempenho dos porta-enxertos para mangueira, estes devem ser escolhidos segundo os seguintes critérios:

a. Poliembriónica, garantindo uma perfeita homogeneidade no genótipo.

b. Caule e enraizamento vigorosos, favorecendo uma boa resistência aos ventos e à seca.

Na mangueira, as pesquisas sobre os efeitos da interação copa/porta-enxerto e distribuição das raízes são muito escassas ainda. Porém, em algumas frutíferas já se comprovaram variações no sistema radicular entre as diversas cultivares ou espécies de porta-enxertos utilizados (SDARES, 1989).

2.3. Estudo de Raízes

2.3.1. Métodos de estudo das raízes

São vários os métodos para o estudo de raízes, e pode-se agrupá-los em: método da escavação, método monolítico, método da perfuração com trado, método da trincheira, método da parede de vidro, método de avaliação indireta e método de plantas de vasos (BOHM, 1979).

Analizando a maior ou menor facilidade do emprego de cada um dos métodos para o estudo das raízes de diferentes plantas, KOLESNIKOV (1971) afirma que o método do trado é simples e barato, e pode ser usado para resolver problemas teóricos e práticos de desenvolvimento de raízes

de frutíferas.

Este método por sua simplicidade e rapidez, permite ampliar o número de repetições e é um dos mais importantes no estudo ecológico das raízes (BOHN, 1979).

ATKINSON (1980) observa que o método de amostragem com o trado tem sido empregado frequentemente em estudos do sistema radicular de árvores frutíferas e de outras espécies, e pode permitir comparações com relativa rapidez da posição das raízes, sem as distorções causadas pelo método de escavação total.

O método do trado foi utilizado por diversos pesquisadores para a avaliação do sistema radicular em árvores frutíferas. Entre outros, o utilizaram FORD (1952), MONTENEGRO (1960) e MOREIRA (1983) em citrus; CORRÊA (1982), o utilizou em abacateiros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de execução

A pesquisa foi conduzida no pomar instalado anteriormente a esta pesquisa no Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP. A altitude é de 560 m e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 22 42' de latitude sul e 47 38' de longitude oeste de Greenwich.

3.2. Clima e Solo

O clima de Piracicaba, SP, é Cwa pela classificação de Köppen (SETZER, 1967), isto é, subtropical úmido, seco no inverno, com temperatura média do mês mais quente superior aos 22 C e precipitação de 1.250 mm anuais.

De acordo com RANZANI et alii (1966), o solo pertence ao grande Grupo Latossol, série "Luiz de Queiroz", com topografia levemente ondulada.

3.3. Pomar

Utilizou-se para este trabalho mangueiras de um pomar experimental com combinações de 7 porta-enxertos e 6 cultivares de copas. No presente trabalho utilizou-se as combinações porta-enxertos: 'Espada' e 'Coco', e copas

'Oliveira Neto' e 'Imperial'.

O pomar foi instalado em 1966, e utilizou-se o espaçamento de 10 x 10 m. As raízes do presente estudo, foram coletadas em abril de 1989, portanto quando o pomar tinha 23 anos de idade.

Algumas características das variedades utilizadas nesta pesquisa, são citadas em seguida:

* **Cultivar OLIVERA NETO:** Árvore de porte elevado e rápido desenvolvimento. Folha com limbo plano, base arredondada, ápice mucronulado, espessura grossa, brilhante de cor verde escura, sendo as folhas novas bronze claro. Frutos de tamanho médio de forma ovado arredondada, pesando de 200 a 300 gramas, base arredondada com cavidade onde se insere o pedúnculo, apresenta sulco no terço superior até a cavidade basal, ápice arredondado, "neck" proeminente, superfície lisa, casca fina de cor amarela esverdeada, polpa macia, sem fibra, levemente acidulada, de ótimo sabor, cor amarelo vivo, fruto tardio, semente de tamanho médio, pouco fibrosa, com sete veios deprimidos em posição paralela ao eixo, sementes poliembrionicas (SIMÃO, 1955).

* **Cultivar IMPERIAL:** Árvore de porte médio, crescimento lento. Folha com limbo plano, com leves ondulações, base acuneada, ápice mucronulado, folha grossa, pouco lustrosa de cor verde, brotos novos bronzeados. O fruto possui tamanho grande (320 a 390 g.) de forma arredondada, base arredondada, pedúnculo assentado mais para o lado dorsal, ápice

largamente arredondado, "neck" pouco evidente, casca grossa de cor verde amarelada, polpa macia sem fibras, de sabor agradável e cor amarela, com semente de tamanho médio, apresentando poucas fibras e cinco veios bem salientes, transversais ao eixo (SIMÃO, 1955).

* **Cultivar COQUINHO:** É também conhecida pelos nomes de 'Coco', 'Tucumá' e 'Manquita', na Amazônia; 'Manquito' ou 'Manquinha', no Nordeste. Com distribuição por todo o Brasil (MEDINA, 1981).

Árvore rústica, de porte médio para pequeno, produtiva, apresenta frutos de qualidade inferior, que são utilizados como porta-enxertos, suas sementes são poliembrionicas. Acredita-se que induz porte menor às copas e maior facilidade de se enxertar (DONADIO, 1980).

O fruto pesa de 130 a 145 g., de forma ovado-cordiforme, base inclinada para o lado dorsal, pedúnculo inserido no mesmo lado, ápice arredondado, "neck" imperceptível, superfície lisa, casca grossa, de cor amarela com laivos rosados na parte exposta, polpa firme, com muitas fibras, cor amarela (BLEINROTH et alii, 1976).

* **Cultivar ESPADA:** É uma árvore de porte elevado e rápido desenvolvimento (SIMÃO, 1955). Apresenta grande rusticidade e alta produção, devido sua tolerância às doenças, inclusive à Seca (DONADIO, 1980). O fruto pesa de 150 a 260 g, de forma oblongo-alongada, base côncava, pedúnculo inserido no

lado dorsal, ápice arredondado, "neck" não evidente a 2,0 cm da ponta, superfície lisa, casca grossa de cor verde amarelada, limpa, polpa amarelo-ovo. A semente pesa 40 g, tendo 8,2 cm de comprimento, 3,7 cm de largura e 2,2 cm de espessura, sendo poliembriônica. A maturação dos frutos é precoce, (SIMÃO, 1955).

No pomar onde foi conduzido o presente experimento, OHASHI (1984), pesquisando o vigor e a produção dessas plantas, constatou que o diâmetro e altura de copa no cultivar Oliveira Neto foram maiores que para as de Imperial, indicando isto, maior desenvolvimento vegetativo. Na comparação das médias do porta-enxerto, tanto para altura como para diâmetro de copa, não houve diferenças entre Espada e Coco. Assim, o material selecionado para este trabalho constituiu-se de plantas com desenvolvimento vegetativo semelhantes.

No ano em que foi realizado o presente experimento, esse pomar recebeu poucos tratos culturais. O controle das ervas daninhas se realizou, tanto no período seco como chuvoso, com roçadeira, e não se utilizou gradagem.

As plantas escolhidas para o presente estudo de raízes, não apresentavam sintomas de doenças e mostravam bom desenvolvimento vegetativo.

3.4. Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi em Blocos ao acaso. Foram utilizadas 16 plantas; 4 de cada

combinação copa e porta-enxerto. A análise estatística foi feita através de parcelas sub-sub-divididas (GOMES, 1985; CAMPOS, 1984).

3.5. Avaliação do Sistema Radicular

3.5.1. Coleta das Amostras

Um mês antes do início dos trabalhos, foi aplicado herbicida sistêmico (Glyfosate), para eliminar as ervas daninhas na faixa das amostragens. A aplicação de herbicida foi feita com pulverizador costal.

A utilização desse herbicida determinou a morte das raízes das ervas daninhas. Assim, essas raízes mortas foram facilmente reconhecidas, e excluída na operação de identificação das radículas de mangueira. Este método permitiu reduzir muito, o quase eliminar o erro decorrente da dificuldade de distinguir, quando vivas, as radículas de algumas ervas daninhas e de mangueiras, contidas nas amostras de terra. A adoção deste procedimento que não é mencionado na literatura consultada revelou-se muito útil, facilitando e aumentando a precisão na seleção das radículas de mangueira.

A tomada das amostras contendo raízes foi feita com trado, de acordo com o método descrito por FORD (1952), e com a modificação proposta por MONTENEGRO (1960). Assim o diâmetro do cilindro de terra retirado foi reduzido

de 25,4 cm para 16,0 cm, o que melhora bastante a execução do serviço.

As amostras de terra, contendo as raízes, eram retiradas e colocadas em sacos de tecido de fios plásticos, que permitiam trocas gasosas, devidamente etiquetados.

As perfurações foram aprofundadas até 120 cm, tendo como base os trabalhos citados na revisão de literatura. Por essas pesquisas se constatou que a maior concentração de radículas localizam-se nas camadas superficiais, não havendo necessidade de aprofundar além desse limite.

Para cada árvore foram feitas dez amostragens a partir do tronco da planta. Cinco deles na direção das árvores de uma mesma linha e outros cinco na direção da linha vizinha, formando um ângulo de 90° com a direção anterior. A distância entre os furos era de 100 cm a partir do tronco. Dessa forma os furos alcançaram nas duas direções a metade do espaçamento 10 x 10 m, em que está plantado o pomar (FIGURA 1). Embora sido colhidas amostras até 500 cm longe do tronco, para a análise estatística, foram utilizados só as amostras até 400 cm de distância do tronco, para evitar, na última amostragem, possível influência da planta vizinha.

Cada uma das amostras de terra contendo as raízes tinham o volume de um cilindro de 16 cm de diâmetro e 30 cm de altura. Porém, em cada ponto de perfuração, as amostras mais superficiais (0 a 30 cm) foram retiradas

em duas vezes: uma de 0 a 15 cm e outra de 15 até 30 cm de profundidade.

Dessa forma foi possível detalhar o estudo do sistema radicular na região mais superficial do solo.

A análise estatística foi feita estudando-se os dados de 0 a 30 cm conjuntamente com 30 a 60, 60 a 90 e 90 a 120 cm.

Posteriormente foram analisados os resultados até somente 30 cm de profundidade. Então os dados coletados de 0 a 15 e de 15 a 30 cm foram estatisticamente analisados.

3.5.2. Preparo das Radicelas

As amostras coletadas foram transportadas para o laboratório, onde foram lavadas.

Utilizou-se peneira com orifícios quadrados de 1,5 mm de lado.

A operação de lavagem constituiu em se colocar a peneira com a terra da amostra parcialmente imersa na superfície da água de uma caixa. Em seguida, pela ação de movimentos lentos, a terra se dissolvia e afundava na água, permanecendo na peneira, apenas raízes, restos vegetais e detritos de solos. As impurezas eram, então, eliminadas por catação manual.

As raízes eram colocadas sobre folha de papel e deixadas à sombra, à temperatura ambiente, para enxugar.

Secas as raízes, procedia-se à separação manual das radículas, para isso foi adotado o mesmo critério de FORD (1954), MOREIRA (1983) em citros e para abacate CORREA (1982), que consideram como raízes de grande atividade, aquelas cujo diâmetro é igual ou menor que 1,5mm.

O serviço era executado sobre folha branca de papel com auxílio de pinça e tesoura, sob intensa iluminação, em local especialmente preparado para o trabalho. Quando necessário, era utilizada uma lente com capacidade de aumento de cinco vezes, assim como também uma régua milimetrada.

3.5.3. Peso das Radículas

Feita a escolha, as radículas (raízes fisiologicamente ativas) foram colocadas em envelopes de papel etiquetados. Em seguida, eram elas colocadas em estufas à temperatura de 60 a 70 graus centígrados, até peso constante.

As pesagens foram efetuadas em balança elétrica com aproximação de 0,01g.

Utilizou-se a média dos pesos das radículas de dois locais simétricos em relação ao tronco, como representativo da amostra.

A partir dos dados de peso das radículas secas, obtidas, foram calculadas as porcentagens de radículas existentes em cada perfuração, nas diferentes profundidades (Distribuição vertical). Igualmente foram também

calculadas as porcentagens de radicelas existentes em cada profundidade, nas diferentes distâncias do tronco (Distribuição horizontal).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados iniciais referentes ao peso de radículas, encontram-se nas tabelas 1, 2, 3 e 4 no Apêndice.

4.1. Análise Estatística

Foram feitas duas análises separadamente. A primeira levando-se em conta apenas 4 profundidades: 30, 60, 90 e 120 cm, sendo que para o nível 30 cm de profundidade foram tomados valores acumulados, isto é, a soma das observações de 15 e 30 cm.

Numa segunda análise, tomou-se todos os níveis dos demais fatores em estudo, mas apenas os níveis 0-15 e 15-30 cm de profundidade.

Uma análise exploratória dos dados, para ambos os casos, mostrou evidências de heterogeneidade dentro de Profundidades.

Um estudo da heterogeneidade, através da relação entre as médias e variâncias, indicou uma transformação $x = \sqrt[4]{y}$ para os dados da primeira análise, e $x = \sqrt[4]{y}$ para os dados da segunda análise. Porém, dado que as análises com os dados transformados apenas reduziram o CV (da sub-parcela), não alterando os resultados obtidos pelo teste

F para os dados originais, em ambos os casos, optou-se pelas análises com os dados originais.

4.2. Distribuição horizontal

Na Tabela 5, encontram-se os resultados referentes às porcentagens das radicelas, nas diferentes distâncias do tronco para as cultivares de mangueiras estudadas.

TABELA 5: Distribuição porcentual das radicelas da mangueira em função da distância do tronco.

Distância do tronco cm.	O.Netto/ Espada %	Imperial/ Espada %	O.Netto/ Coco %	Imperial/ Coco %	Médias %
100	37,55	33,63	34,92	34,98	35,27
200	23,65	25,50	25,15	29,27	25,89
300	22,65	22,04	20,28	15,97	20,23
400	16,14	18,82	19,64	19,77	18,59

* Obs.: O.Netto/Espada significa, O.Netto enxertada sobre Espada. Essa forma de representação repete-se no presente trabalho.

Verifica-se, que a maior concentração de radicelas encontra-se nos primeiros 100 e 200 cm do tronco em todos os tratamentos. Se consideramos a Média Geral encontramos 35,27% e 25,89% respectivamente para 100 e 200 cm de afastamento do tronco, ou seja, que até os 200 cm tem-

se 61,16% de radicelas.

A análise estatística dos dados do experimento, apresentada na Tabela 6, mostra variação significativa na distribuição horizontal das radicelas em função da distância do tronco, verificando-se que a quantidade de radicelas diminui com o aumento da distância do tronco.

Essa relação, quantidade de radicelas e distância do tronco pode ser representada por uma Regressão Polinomial Quadrática, onde

$$Y = 0,612734 - 0,1900469 X + 0,02382813 X^2$$
 (FIGURA 2), com um Coeficiente de Determinação (R^2) de 99,86%.

No estudo das interações, no análise estatístico, não encontrou-se diferenças significativas, entre as interações distância/porta-enxerto e distância/cultivares, não existindo influência dos porta-enxertos nem dos cultivares.

Resultados similares foram constatados por KHAN (1960), que encontrou 93,3% das raízes a 180 cm do tronco.

BOJAPPA & SINGH (1973), observaram uma maior concentração das radicelas a 120 e 300 cm do tronco. Estes mesmos autores, em 1974, em outra pesquisa com plantas de 18 e 25 anos de idade, constataram que a maior concentração situava-se entre os 60 cm e 120 cm do tronco, em ambos os casos.

TABELA 6: Análise da variância dos dados referentes ao peso das radículas nas amostras do experimento

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F
Blocos	3	1,9790656		
PE	1	0,5112250	0,5112250	8,23 *
Cul.	1	0,2008160	0,2008160	3,23
PE*Cul	1	0,0043066	0,0043066	0,07
Residuo (A)	9	0,5589477	0,0621053	
Parcelas	15	3,2543610		
Distância	3	1,7566343	0,5855448	25,96 **
PE*Dis	3	0,1139672	0,0373891	1,68
Cul*Dis	3	0,0842293	0,0280764	1,24
PE*Cul*Dis	3	0,0302199	0,010733	0,45
Residuo (B)	36	0,8120867	0,0225580	
SubParcelas	63	6,0514984		
Profundidade	3	7,1027711	2,3675904	100,06 **
PE*Prof	3	0,4383445	0,1461148	6,18 **
Cul*Prof	3	0,0088941	0,0029647	0,13
Dis*Prof	9	0,0719430	0,0069937	0,34
PE*Cul*Prof	3	0,0230191	0,0076730	0,32
PE*Dis*Prof	9	0,1241320	0,0137924	0,58
Cul*Dis*Prof	9	0,0608793	0,0067644	0,29
PE*Cul*Dis*Prof	9	0,0778168	0,0086463	0,37
Residuo (C)	144	3,4072500	0,0236615	
Total	255	17,3665484		

Media Geral = 0,316328

C.V. (A)= 19,695%   C.V. (B)= 23,740%   C.V. (C)= 48,628%

* : Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

$$Y = 0.612734 - 0.1900469X + 0.02382813X^2$$

FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA REGRESSÃO POLINOMIAL, DAS RADICELAS (peso da matéria seca) DAS MANGUEIRAS RELATIVA À DISTÂNCIA HORIZONTAL.

Trabalhos realizados na Venezuela por AVILAN (1974) e AVILAN et alii (1979), em diferentes tipos de solo, constataram que a maior quantidade de radicelas concentram-se a 1,5 m e 2,0 m de distância do tronco, respectivamente.

Esses resultados poderão ter grande importância na aplicação de adubos, os quais deverão ter maior eficiência, se colocados mais próximos ao tronco, uma vez que aí se encontram maiores porcentagens de raízes.

4.3. Distribuição Vertical

4.3.1. Análise estatística da distribuição das radicelas nas profundidades de 0 - 120 cm

Os resultados referentes às porcentagens das radicelas em cada profundidade, encontram-se na Tabela 7.

De modo geral, as radicelas concentram-se em maior quantidade nas camadas superficiais do solo, apresentando 46,85% nos primeiros 30cm de profundidade, e atingindo 70,77% nos 60cm.

Observa-se também, que as camadas inferiores apresentam porcentagens semelhantes de quantidade de radicelas.

Na Tabela 6 verifica-se que, a análise estatística mostra efeito altamente significativo em função da profundidade de onde foi retirada a amostra.

TABELA 7: Distribuição porcentual das radículas da mangueira em função da profundidade do solo.

Profundi- dade cm.	O.Neto/ Espada %	Imperial/ Espada %	O.Neto/ Coco %	Imperial/ Coco %	Médias %
0-15	26,68	29,06	18,03	24,17	24,49
15-30	19,46	22,82	24,22	22,62	22,28
0-30	46,14	51,88	42,25	46,79	46,77
30-60	24,05	24,49	24,88	21,81	23,81
60-90	14,33	13,27	16,78	14,99	14,84
90-120	15,47	10,35	16,08	16,40	14,58

A análise é representada por uma Regressão Polinomial Quadrática, onde:

$$Y = 1,020273 - 0,0164128 X + 0,000079563 X^2$$
 com um Coeficiente Determinação (R^2) de 99,83%, demonstrando que a quantidade de radículas (em peso) diminui com o aumento da profundidade (FIGURA 3).

No estudo das interações, conforme a mesma Tabela 6, a análise estatística mostrou interações entre Profundidade (P) e Porta-Enxerto (PE), independente da copa utilizada.

Foi feito o estudo estatístico da variação da quantidade das radículas, nas diferentes profundidades, com o propósito de se verificar a influência dos porta-enxertos,

$$Y = 1.010273 - 0.0164128X + 0.00007956X^2$$

FIGURA 3: REGRESSÃO POLINOMIAL, DAS RADICELAS (peso da matéria seca) DAS MANGUEIRAS ESTUDADAS PARA NÍVEIS DE PROFUNDIDADE .

comparando-se as medias pelo teste de Tukey (TABELA 8).

TABELA 8: Teste de Tukey para médias do peso das radicelas de cada porta-enxerto dentro de cada profundidade

Prof. (cm)	Porta- Enxerto	Peso Total (g)	Média (g)	5%	1%
30	Espada	5,625	0,703750	a	A
	Coco	3,845	0,481406	b	B
60	Espada	2,798	0,350156	a	A
	Coco	2,037	0,255156	b	A
90	Espada	1,597	0,200000	a	A
	Coco	1,385	0,176406	a	A
120	Espada	1,516	0,190156	a	A
	Coco	1,408	0,176406	a	A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significancia indicado

D.M.S. 5% = 0,09242

D.M.S. 1% = 0,12363

Verifica-se que existe diferença na distribuição de radicelas, conforme o porta-enxerto. Assim, nos primeiros 30 cm de profundidade, o cultivar Espada possui a maior média (0,703750 g), o que representa aproximadamente 59%, enquanto que o cultivar Coco (0,481406 g) atinge os 40,62%.

Na camada inferior (de 30 a 60 cm), existe

novamente diferença estatística entre os dois porta-enxertos, mas só a 5%, havendo maior quantidade de radículas no cultivar Espada.

Além dos 90 cm até os 120 cm de profundidade, ambos porta-enxertos não apresentaram diferenças estatísticas para quantidades de radículas, porém, observou-se uma tendência do cultivar Espada ter um pouco mais de radículas.

O cultivar Coco, apresenta distribuição mais uniforme nas camadas mais profundas, a partir dos 90 cm.

Estudos semelhantes, mostram que essa distribuição é observada em mangueiras e em outras frutíferas.

COWART (1938), trabalhando em pessegueiro (*Prunus persica* Batsch), constatou que perto de 91,5% e 84,8% das raízes menores a 2 mm de diâmetro apareciam nos primeiros 50 cm de profundidade, em plantas de 1 e 2 anos. Mesmo resultado obtiveram INFORZATO *et alii* (1975) trabalhando com o cultivar Talismã, enxertada sobre 'Rei da Conserva', onde 96% das raízes encontram-se nos primeiros 50 cm de profundidade.

MONTENEGRO (1960), estudando a distribuição do sistema radicular de laranjeiras 'Hamlin', 'Baianinha' e 'Pera', enxertadas sobre diversos porta-enxertos, constatou que em árvores de 10 anos, 90% das raízes estão na camada do solo que vai da superfície à profundidade de 60 cm, e que para árvores de 23 anos, pode atingir até 90 cm de

profundidade.

MOREIRA (1983), trabalhando com laranja 'Pera' sob diferentes manejos das plantas daninhas, observou que aproximadamente 50% das radículas encontram-se nos primeiros 15 cm do solo.

Trabalhando em mangueiras de 18 anos de idade, em Pakistão, KHAN (1960) observou que o grosso das raízes concentra-se na profundidade de 0,30 a 1,50 m de profundidade.

PLESSIA & SMITH (1973), encontraram que 80% das raízes fibrosas de mangueira estavam nas camadas inferiores até 1,0 m de profundidade.

Já GHOSH (1974), BOJAPPA & SINGH (1974), trabalhando em mangueiras de diferentes idades, observaram que a maior concentração de radículas, situava-se nos primeiros 60 cm de profundidade.

4.3.2. Análise Estatística da distribuição das radículas nas profundidades de 0 - 15 cm e de 15 - 30 cm.

Como a grande parte das radículas situa-se próxima à superfície do solo, estudou-se a variação da ocorrência das mesmas nos níveis de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm de profundidade, conforme a Tabela 9.

Verifica-se pela Tabela citada, que houve significancia na distância (D), para cada uma dessas duas

camadas, representadas por uma Regressão Linear, cuja

TABELA 9: Análise da variância dos dados referentes ao peso das radículas de mangueira, nas amostras, nos níveis 0-15cm e 15-30cm de profundidade.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F
Blocos	3	1,4390602		
PE	1	0,4016320	0,4016320	6,87 *
Cul.	1	0,0136125	0,0136125	0,23
PE*Cul	1	0,0000281	0,0000281	0,0005
Residuo (A)	9	0,5264164	0,0584907	
Parcelas	15	2,3807492		
Distância	3	0,3124008	0,1041336	7,93 **
PE*Dis	3	0,0725383	0,0241794	1,84
Cul*Dis	3	0,0314109	0,0104703	0,79
PE*Cul*Dis	3	0,0248078	0,0082693	0,63
Residuo (B)	36	0,4728484	0,0131347	
SubParcelas	63	3,2947555		
Profundidade	1	0,0399031	0,0399031	3,39
PE*Prof	1	0,1237531	0,1237531	10,53 **
Cul*Prof	1	0,0073508	0,0073508	0,63
Dis*Prof	3	0,0049266	0,0016422	0,14
PE*Cul*Prof	1	0,0297070	0,0297070	2,53
PE*Dis*Prof	3	0,0256641	0,0085547	0,73
Cul*Dis*Prof	3	0,0292758	0,0097586	0,83
PE*Cul*Dis*Prof	3	0,0358070	0,0119357	1,02
Residuo (C)	48	0,5642125	0,0117544	
Total	127	4,1553555		

Media Geral = 0,295859

C.V. (A)= 28,90%   C.V. (B)= 27,39%   C.V. (C)= 36,65%

* : Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

equação de regressão é $Y = 0,405156 - 0,0437188 X$, com R^2 igual a 97,89% onde diminui a quantidade de radículas, com o aumento da distância do tronco.

Os resultados da Tabela 10 demonstram que existe uma maior porcentagem das radículas próximo ao tronco, e que essa porcentagem vai diminuindo com o aumento da distância do tronco.

TABELA 10: Quantidade de radículas, (em porcentagem do total) existente no nível 0 a 15 cm e no nível 15 a 30 cm; nas diferentes distâncias do tronco

Tratamentos	Prof. cm	Distâncias do tronco (cm)			
		100	200	300	400
D.Neto/ Espada	0-15	34,30	22,13	23,56	19,98
	15-30	30,88	23,86	29,21	16,03
Imperial/ Espada	0-15	28,35	28,94	24,36	18,33
	15-30	28,85	23,51	24,27	23,35
D.Neto/ Coco	0-15	27,26	23,85	23,26	25,61
	15-30	31,93	29,04	18,37	20,64
Imperial/ Coco	0-15	32,94	33,26	12,23	21,54
	15-30	32,40	30,27	18,77	18,54
Médias	0-15	31,04	26,63	21,59	20,74
	15-30	30,91	26,39	23,01	19,69

Também constatou-se que para a interação

profundidade/porta-enxerto, existem diferenças significativas. Nas demais interações a variação não foi significativa.

O efeito do porta-enxerto sobre a quantidade de radículas nas profundidades de 0 a 15 cm. e de 15 a 30 cm, foi comparado pelo teste de Tukey (TABELA 11).

TABELA 11: Teste de Tukey para médias de Porta-enxertos dentro das profundidades de 0-15 cm e 15-30 cm.

Profundidade (cm)	Porta-Enxertos	Médias	5%	1%
0 - 15	Espada	0,400625	a	A
	Coco	0,228408	b	B
15 - 30	Espada	0,303125	a	A
	Coco	0,253281	a	A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

D.M.S. 5% = 0,11262

D.M.S. 1% = 0,15329

Verifica-se pela Tabela 11, que para a profundidade de 0 a 15 cm houve diferença significativa tanto para 5% como também para 1%. Isso indica que de acordo com a mesma tabela o porta-enxerto 'Espada', independentemente da copa utilizada, apresenta maior quantidade de radículas nesta camada, do que o porta-enxerto 'Coco'. O porta-enxerto 'Espada' tem 63,68% de radículas na camada 0 a 15 cm e o porta-enxerto 'Coco' tem 36,31%.

Na camada imediatamente abaixo, compreendida

entre 15 e 30 cm, não houve diferença estatística entre os porta-enxertos, onde ambos apresentaram um comportamento similar. Essa situação mostra a possibilidade de que estudos futuros sobre a distribuição de radículas de mangueiras virem a ser efetuadas apenas nas camadas superficiais. Haveria assim, maior facilidade para o estudo de raízes.

Também pode-se inferir com estes dados, que é importante evitar a utilização de gradagens no solo do pomar para o manejo das ervas daninhas. Assim, diminuiria-se, nas primeiras camadas do solo, danos às radículas, pois elas, como os resultados demostram, encontram-se situadas muito superficialmente.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, nas condições do experimento, pode-se concluir que:

- a) A maior concentração das radículas, 46,77% foi encontrado a 30 cm do solo, e atingindo 70,58% até os 60 cm de profundidade.
- b) Não se observou influência dos enxertos(copas) sobre a distribuição de radículas.
- c) Existe marcante influência dos porta-enxertos sobre a distribuição do sistema radicular nos primeiros 60 cm de profundidade. Tanto na camada de 0 a 30 cm, como de 30 a 60 cm de profundidade, o cultivar Espada apresentou maior quantidade de radículas que o cultivar Coco.
- d) Nos primeiros 15 cm de profundidade, houve diferença significativa entre os porta-enxertos. O cultivar Espada foi o que apresentou maior concentração de radículas até 15 cm de profundidade.
- e) A maior concentração das radículas foi encontrada entre os primeiros 100 a 200 cm de distância do tronco, com 35,27% e 25,89% respectivamente, diminuindo nas distâncias maiores.

6. LITERATURA CITADA

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, IBGE, 1978/86. p.39-47.

ARMADANS, A.J.; SEKI, V.T. Distribución y profundidad de las raíces. In: Estudio de las raíces de los cítricos. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, 1986. 7p.

ATKINSON, D. The distribution and effectiveness of root of the crops. In: Janick, J., Ed. Horticultural Reviews. Mailing, 1980. 2: 424-490.

AUBERT, B. Possibilités de production de mangues greffées à la Réunion. Fruits, Paris, 1975. 30(7/8): 447-449.

AVILAN, L. Sistema radicular del Mango (*Mangifera indica* L.) en un Regosol Aluvial. Agronomía Tropical, 1974. 24 (1): 3-10.

AVILAN, L.; MENESES, L. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución de las raíces del mango (*Mangifera indica* L.). Turrialba, 1979. Vol. 29(2): 117-122.

AVILAN, L.; MENESES L.; GUADARRAMA, A. Estudio de los sistemas radiculares del Mango (*Mangifera indica* L.) y el grapefruit (*Citrus paradisi* Mac Fadyen) cultivados en suelos de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 1979. 29: 173-182.

AVILAN, L.; CHAURAN, O.; FIGUEROA, M. Evolución del estado nutricional del Mango (*Mangifera indica* L.) y el aguacate (*Persea americana* Mill) y distribución radicular del Mango cultivados en suelos de las mesetas orientales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 1978. 28(1): 3-18.

BEUKES, D. L. Apple root distribution as effected by irrigation at different soil water levels on two soil types. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Mich., 1984. 109(5): 723-728.

BLEINROTH, E.W.; KATO, K.; SIMÃO, S.; MARTIN, Z.P.; MIYA, E.E.; ANGELUCCI, E.; ALOISIO SOBRINHO, J.; CARVALHO, A.M.; POMPEU, R.M. Caracterização de variedades de manga para industrialização. *Instruções técnicas*; Campinas, 1976. 13:1-78.

BOHN, W. *Methods of Studying root systems*. Berlin, Springer-Verlag, 1979. 188p.

BOJAPPA, K.M., & SINGH, R.N. The feeder root distribution pattern of young and old mango (*Mangifera indica* L.)

- trees. *Indian J. Hort.*, 1973. 32: 123-127.
- BOJAPPA, K.M., & SINGH, R.N. Root activity of mango by radiotracer technique using. ³²P. *India J. agric. Sci.*, 1974. 44(4): 175-180.
- CAHOON, G.A. & STOLZY, L.H. Cultural practices change citrus root systems. *California Citrograph*, Los Angeles, 1966 51: 463-466.
- CAMPOS, H. Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar. Piracicaba. FEALQ, 1984. 292p.
- CASTLE, W.S. & KREZDORN, A.H. Rootstock effects on root distribution and leaf mineral content of 'Orlando' tangelo trees. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, Lake Alfred, 1973. 86: 80-84.
- COIT, J.E. Avocado tree root development. *Calif. Avoc. Assoc. Yrbk.* Los Angeles, 1940. 24: 46-49.
- CORREIA, L. de S. Distribuição do sistema radicular de cultivares de abacateiro (*Persea spp.*) num solo podzólico vermelho amarelo. Piracicaba, 1982. 45p (Tese de Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz/USP).
- COWART, F.F. Root distribution and top growth of young peach trees. *Proc. Americ. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph,

1938. 36: 145-149.

DONADIO, L.C. *Cultura da Mangueira*. Piracicaba, Livros-
res, 1980. 72 p.

FAO. *Production yearbook*. Rome. V 40. 306p., 1986.

FORD, H.W. The effect of spreading decline on the root dis-
tribution of citrus. *Proceedings Florida State Horti-
cultural Society, Florida*, 1952. 65: 47-50.

FORD, H.W. The influence of rootstock and tree age on root
distribution of citrus. *Proc. Americ. Soc. Hort.Sci.*,
St. Joseph, 1954. 62: 137-142.

FORD, H.W. Growth and root distribution of orange trees on
two diferents rootstocks as influenced by depth to sub-
soil clay. *Proceedings American Society Horticultural
Science*, New York, 1959. 74: 313-321.

FORD, H. Eight years of root injury from water table fruc-
tuations. *The citrus industry*, 1973. 56(6): 10-16.

GHOSH, S.P. Some aspects of root systems of sweet orange,
guava and mango. *Punjab Horticultural Journal*: 14, 3-
38, 1974.

GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. (11^a Edição).
Piracicaba. ESALQ/USP, 1985. 466p.

- GOODE, J.E.; HIGGS, K.H.; HYRYCZ, K.J. Trickle irrigation of apple trees and the effect of liquid feeding with NO_3^- and K compared with normal manuring. *J. Hort. Sci.*, London, 53: 307-311. 1978.
- GOODE, J.E. & HYRYCZ, K.J. The response of black currants to different soil moisture conditions and two levels of nitrogenous fertilizer. *J. Hort. Sci.*, London, 45: 379-391, 1970.
- GOODE, J.E. & HYRYCZ, K.J. The response of Laxton's Superb apple trees to different soil moisture conditions. *J. Hort. Sci.*, London, 39: 254-276, 1964.
- GRABLE, A. Soil aeration and plants growth. *Advances in Agronomy*. 18: 57-106, 1966.
- INFORZATO, R. & REIS, A.J. Estudo comparativo do sistema radicular dos cafeeiros Bourbon Amarelo e Mundo Novo. *Bragantia*, Campinas, 22: 741-750. 1963.
- INFORZATO, R.; RIGITANO, O.; BARRETO, G.B.; AJIMA, M. & SCARANARI, H.J. Estudo do sistema radicular do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch). *Rev. Agric. Piracicaba*, 1: 23-28, 1975.
- KHAN, M. -UD-D. System of mango (*Mangifera indica* L.). *Euphiat Eruit J.*, 23(82/83): 113-116, 1960.

- KNIGHT JR., R.J. A industria de manga na Flórida e seus cultivares. In: I Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangueira, Jaboticabal, 1980. p.181-192.
- KOLESNIKOV, V. The root system of fruit plants, Moscow, Mir Publishers, 1971. p.269.
- KONG, L. Effect of soil compaction on the growth of young cane pant. Soil and fertilizer in Taiwan. 75p., 1968.
- LAL, K.N.; MEHROTRA, O.N.; TANDON, J. Growth behavior, root extension and juice characters of sugar cane in relation to nutrient deficiency and drought resistance. Indian Journal of Agricultural Science. 38(5): 790-810, 1968.
- LAYNE, R.E.C.; TAN, C.S.; PERRY, R.L. Characterization of peach roots in fox sand as influenced by soprinkler irrigation and tree density. J. Amer. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Mich., 111(5): 670-677. 1986.
- LEVIN, I.; ASSAF, R.; BRAVDO, B. Soil moisture and root distribution in an apple orchard irrigated by tricklers. Plant and Soil, The Hague, 52: 31-40. 1979.
- MEDINA, J.C. Cultura. In: MEDINA, J. C. et alii. Manga: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1981, Cap.1, p.9-241 (Série Frutas Tropicais, 8).
- MIKHAIL, E.H. & ZEFTAWI, B.M.El. Effect of soil types and

rootstocks on root distribution, chemical composition of leaves and yield of Valencia oranges. *Aust. J. Soil. Res.*, Melbourne, 17: 335-342. 1979.

MONTENEGRO, H.W.S. Contribuição ao estudo do sistema radicular das plantas cítricas. Piracicaba, 1960, ESALQ/USP, 143p. (Tese da Cátedra).

MORAES, L.G. Propagação da Mangueira. In: *Anais do II Simeósio sobre Mangicultura*, Jaboticabal, 1989. p.93-96.

MOREIRA, C.S. Estudo da distribuição do sistema radicular da laranjeira 'Pera' (*Citrus sinensis*, Osbeck), com diferentes manejos de solo. Piracicaba, 1983, ESALQ/USP. 92p (Tese de Livre-Docência).

MOUTOUNET, B.; AUBERT, B.; GOUSSELAND, J. & TIAW-CHAN, P. Etude de L'enracinement de quelques arbres fruitiers sur sol farrallitique brun profond. *Ecuits*, 32(5): 321-333, 1977.

OHASHI, O.N. Influência de porta-enxertos e copa na produtividade de mangueira (*Mangifera indica* L.). Piracicaba, 1984, ESALQ/USP. 60p. (Dissertação de Mestrado).

PACE, C.A.M. Estudo da distribuição do sistema radicular de porta-enxerto cítricos em solos Podzólicos. Rio de Janeiro. Universidade Rural do Rio de Janeiro. 1979. 81p. (Tese de Mestrado).

- PINTO, A.C.Q.; PEDRAZZI, R.G. & GENÚ, P.J.C. Avaliação de sete variedades de mangueira (*Mangifera indica* L.) introduzidas na região dos cerrados. In: VI Congresso Brasileiro de Fruticultura, Recife, 1981. V.3, p.930-942.
- PIZA JR., C.T. A situação da cultura da mangueira em São Paulo. In: Anais do II Simeósio sobre Mangicultura, Jaboticabal, 1989, p.31-46.
- PLESSIS, S.F.DU. & SMITH, J.H.E. Citrus and Subtropical Fruit I., 1973. 474: 4-7.
- POPENOE, W. Manual of Tropical and Subtropical Fruits. The Mc.Millan Co., New York, 1920. p.474.
- RANZANI, G.; FREIRE, O. & KINJO, T. Carta de solos do Município de Piracicaba. Piracicaba (SP), 1966. 85p.
- RICHARDS, D. & COCKROFT, B. The effect of soil water on root production of peach trees in summer. *Austr. J. Agric. Res.*, Melbourne, 26: 173-180. 1975.
- RODRIGUES, O.; INFORZATO, R.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Estudo do sistema radicular de três porta-enxertos para citrus em viveiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 1(1): 23-30, 1978.
- ROGERS, W.S. Root studies VII. A survey of the literature on root growth, with special reference to hardy fruit

plants. Jour. Pomol. and Hort. Sci. London, 17: 67-84, 1939.

ROWE, R. & BEARDSSELL, D. Waterlogging of Fruit tree. Horticultural Abstracts. 43(9): 533-548. 1973.

SAMPAIO, J.M.M. Aspectos Gerais da Mangicultura no Nordeste. In: Anais do II Simeósio sobre Mangicultura, Jaboticabal, 1989. p.47-55.

SETZER, J. Atlas climático ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai-CESP, São Paulo, 1967. 61p.

SIMÃO, S. Contribuição para caracterização de algumas variedades de Mangueira (*Mangifera indica* L.). Piracicaba, 1955, ESALQ/USP, 96p. (Tese de Livre Docência).

SIMÃO, S. Manual de Ecucultura. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1971. 530p.

SIMÃO, S. Botânica e biologia da Mangueira. In: I Simeósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangueira, Jaboticabal, 1980. p.13-21.

SIMÃO, S. Situação da Mangicultura no Mundo. In: Anais do II Simeósio sobre Mangicultura, Jaboticabal, 1989. p. 9-20.

SINGH, E.E. *The Mango*. London. Word Crops Books, 1960.
438p.

SOARES, N.B. Porta-enxertos para Mangueira. In: *Anais do II Simeósio sobre Mangicultura*, Jaboticabal, 1989. p.87-91.

STEPHENS, S.E. The mango in Queensland. *Queensland Agric. J.* 68: 71, 146, 208, 1949.

THAKUR, R.S.; RAJPUT, M.S. & SRIVASTAVA, K.C. Root Distribution Studies in Some Fruit Croops With Special Reference to Tracer Technique - A Review. *Haryana. J. Hort. Sci.* 10(1-2): 45-53, 1981.

TROCME, S. & GRAS, R. *Suelo y Fertilización en Ecuiticultura* Trad. J.I. de la Vega. Madrid. Mundi-Prensa, 1966.

WEAVER, J.E. *Root Development of field crops*. New York, McGraw-Hill. Book Co., 1926. 291p.

WORS, K. Soil moisture and root distribution in an apple orchard irrigated by tricklers. *Plant and Soil*. The Hague, 52: 31-40, 1979.

YANG, C. Soil hardness in relation to root growth in sugar cane. *Soil and Fertilizer in Taiwan*. 27: 18-29, 1970.

APÊNDICE

TABELA 1: Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira 'Oliveira Neto/Espada' nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.

Distância do tronco cm.	Profun- didade cm.	Blocos			
		Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4
100	0 a 15	1,100	0,340	0,375	0,485
	15 a 30	0,390	0,310	0,360	0,455
	30 a 60	0,875	0,425	0,370	0,430
	60 a 90	0,695	0,475	0,300	0,145
	90 a 120	0,500	0,770	0,370	0,275
200	0 a 15	0,540	0,295	0,315	0,335
	15 a 30	0,280	0,295	0,320	0,275
	30 a 60	0,380	0,520	0,415	0,340
	60 a 90	0,230	0,210	0,355	0,095
	90 a 120	0,265	0,171	0,225	0,090
300	0 a 15	0,420	0,325	0,410	0,425
	15 a 30	0,590	0,400	0,150	0,290
	30 a 60	0,275	0,590	0,160	0,325
	60 a 90	0,195	0,165	0,170	0,100
	90 a 120	0,285	0,215	0,115	0,095
400	0 a 15	0,380	0,430	0,155	0,375
	15 a 30	0,230	0,290	0,085	0,180
	30 a 60	0,365	0,190	0,160	0,230
	60 a 90	0,120	0,115	0,150	0,085
	90 a 120	0,140	0,115	0,195	0,070

TABELA 2: Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira Imperial/Es-pada nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.

Distância do tronco cm.	Profun- didade cm.	Blocos			
		Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4
100	0 a 15	0,595	0,620	0,085	0,435
	15 a 30	0,465	0,390	0,165	0,365
	30 a 60	0,565	0,660	0,210	0,300
	60 a 90	0,255	0,530	0,200	0,310
	90 a 120	0,280	0,230	0,215	0,205
200	0 a 15	0,605	0,585	0,130	0,450
	15 a 30	0,320	0,325	0,155	0,330
	30 a 60	0,615	0,225	0,325	0,230
	60 a 90	0,370	0,070	0,055	0,130
	90 a 120	0,110	0,240	0,060	0,040
300	0 a 15	0,530	0,300	0,180	0,480
	15 a 30	0,350	0,255	0,280	0,280
	30 a 60	0,250	0,280	0,310	0,240
	60 a 90	0,110	0,135	0,095	0,110
	90 a 120	0,060	0,185	0,170	0,040
400	0 a 15	0,505	0,230	0,090	0,295
	15 a 30	0,450	0,165	0,240	0,265
	30 a 60	0,330	0,285	0,160	0,170
	60 a 90	0,110	0,110	0,065	0,140
	90 a 120	0,050	0,175	0,050	0,075

TABELA 3: Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radícelas da mangueira 'Oliveira Neto/Coco', nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.

Distância do tronco cm.	Profundidade cm.	Blocos			
		Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4
100	0 a 15	0,340	0,290	0,215	0,085
	15 a 30	0,405	0,470	0,315	0,270
	30 a 60	0,730	0,495	0,460	0,285
	60 a 90	0,375	0,375	0,120	0,215
	90 a 120	0,475	0,315	0,160	0,205
200	0 a 15	0,295	0,335	0,090	0,095
	15 a 30	0,475	0,205	0,325	0,325
	30 a 60	0,365	0,340	0,080	0,019
	60 a 90	0,260	0,290	0,120	0,225
	90 a 120	0,190	0,180	0,125	0,250
300	0 a 15	0,380	0,260	0,120	0,035
	15 a 30	0,230	0,225	0,280	0,105
	30 a 60	0,280	0,225	0,140	0,265
	60 a 90	0,205	0,135	0,130	0,090
	90 a 120	0,145	0,145	0,210	0,230
400	0 a 15	0,545	0,215	0,070	0,045
	15 a 30	0,395	0,130	0,175	0,245
	30 a 60	0,300	0,220	0,170	0,160
	60 a 90	0,170	0,235	0,100	0,130
	90 a 120	0,165	0,130	0,035	0,085

TABELA 4: Peso em gramas da matéria seca (média de duas amostras) das radículas da mangueira 'Imperial/Coco' nas diferentes distâncias do tronco e profundidades no solo.

Distâncias do tronco cm.	Profundidade cm.	Blocos			
		Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4
100	0 a 15	0,785	0,040	0,220	0,215
	15 a 30	0,635	0,135	0,240	0,150
	30 a 60	0,325	0,265	0,290	0,265
	60 a 90	0,150	0,265	0,275	0,165
	90 a 120	0,425	0,200	0,310	0,185
200	0 a 15	0,870	0,135	0,175	0,095
	15 a 30	0,590	0,095	0,265	0,135
	30 a 60	0,595	0,075	0,205	0,260
	60 a 90	0,355	0,015	0,085	0,090
	90 a 120	0,295	0,050	0,165	0,090
300	0 a 15	0,290	0,050	0,050	0,080
	15 a 30	0,310	0,045	0,185	0,135
	30 a 60	0,205	0,055	0,195	0,040
	60 a 90	0,215	0,030	0,085	0,120
	90 a 120	0,200	0,135	0,010	0,105
400	0 a 15	0,570	0,065	0,075	0,115
	15 a 30	0,345	0,105	0,110	0,105
	30 a 60	0,170	0,040	0,235	0,240
	60 a 90	0,170	0,050	0,135	0,175
	90 a 120	0,140	0,085	0,040	0,165

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA MANGUEIRA E DA LOCALIZAÇÃO DAS COVAS E DAS AMOSTRAS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES NO SOLO.