

ROZANE VIEIRA GARCIA

SISTEMA RADICULAR DE BANANEIRA IRRIGADA POR ASPERSÃO  
CONVENCIONAL E MICROASPERSÃO NO PROJETO JAÍBA, MG

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Solos e Nutrição  
de Plantas, para obtenção do título  
de “Magister *Scientiae*”

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2000

À minha família.  
Aos meus amigos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual sempre presente.

A toda minha família, especialmente a meu pai Raimundo, à minha mãe Maria e aos meus irmãos Ruy, Rita, Raquel, Rilda e Raimundo, pelo incentivo, apoio, compreensão e carinho.

À Universidade Federal da Bahia pela oportunidade de realização do curso de graduação, e aos amigos desta escola, que muito contribuíram para minha formação.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos, pela oportunidade de realização deste Curso.

Aos professores Joelito de Oliveira Rezende e Gilson de Oliveira Rezende ( *in memorian*), pela orientação e, principalmente por acreditar no potencial de seus alunos, despertando-os para o mundo da pesquisa já na graduação.

Ao meu orientador Luiz Eduardo Ferreira Fontes, pela orientação, pela atenção e amizade.

Aos professores da pós-graduação da Universidade Federal de Viçosa, por compartilharem seus conhecimentos.

Aos professores Elpídio Inácio Fernandes Filho, Reinaldo Bertola Cantarutti, Everardo Chartuni Mantovani e Luiz Carlos chamhum Salomão pelas valiosas críticas e sugestões durante a defesa de tese.

Aos colegas de pós-graduação, pelo companheirismo e apoio em todos os momentos do curso.

Ao CNPq e a FAPEMIG pela concessão de bolsa de estudos durante a fase de créditos e pela possibilidade de realização deste trabalho.

A PLENA Consultoria de Engenharia agrícola, por permitir a utilização de sua área experimental e pelo apoio financeiro.

Ao Dr. Elias Teixeira Pires e ao produtor José do Carmo Brito Silva, pelo apoio e por permitir a realização deste trabalho em sua propriedade.

Aos funcionários da PLENA, em particular João Bosco, Sandro, Sônia e Guilherme.

Ao técnico Antônio de Pádua (Macarrão), pela valiosa ajuda durante o trabalho de campo.

Aos funcionários e laboratoristas do Departamento de Solos, em particular: Jairo, Bené, Claudinho, João Lélis, Simone, Júnia, Zé Flávio.

Ao Raphael, pelas sugestões, dedicação e paciência, principalmente na fase de formatação e correções da tese.

Aos amigos Míriam, Soraya, Cláudia, Tatiana, Milson, Camilo, Márcia, Charles, Tânia, Guilherme's (Donagemma e Téo), Paulo Gabriel, Marcelo, Gabriela, Eduardo, Marquinhos, Verônica, Oldair, Tomé, Vitória, Luisa, Filipe, pela amizade, convivência e lições.

À Sidney (Pig), Isidoria e Aloima que mesmo de longe sempre mim incentivaram a continuar.

Para todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

ROZANE VIEIRA GARCIA, filha de Raimundo Maia Garcia e Maria Vieira Garcia, nasceu em 17 de janeiro de 1973, em Cruz das Almas, Bahia.

Realizou seus estudos de 1º grau em Cruz das Almas, na Escola Estadual Landolfo Alves de Almeida e no Colégio Estadual “Alberto Tôrres”.  
Cursou o 2º grau no Colégio Acadêmico, em Cruz das Almas.

Ingressou na Universidade Federal da Bahia em 1991, foi bolsista de iniciação científica no período 1992 a 1996, graduou-se em Engenharia Agrônômica em julho de 1997. Em março de 1998, iniciou o curso de Pós graduação em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2000.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Distribuição do Sistema Radicular .....	3
2.2. Fatores que influenciam a distribuição do sistema radicular .....	4
2.3. Métodos de irrigação para a cultura da bananeira .....	5
2.4. Sistema radicular x irrigação .....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1. Localização e caracterização das áreas em estudo .....	9
3.2. Seleção da área e coleta de solos .....	11
3.3. Caracterização das glebas estudadas .....	11
3.3.1. Aspersão convencional .....	12
3.3.2. Microaspersão .....	13
3.4. Avaliações de laboratório .....	14
3.4.1. Caracterização física .....	14
3.4.1.1. Textura .....	14
3.4.1.2. Argila dispersa em água .....	14

3.4.2. Caracterização química .....	14
3.4.2.1. pH em água .....	14
3.4.2.2. Fósforo .....	15
3.4.2.3. Potássio .....	15
3.4.2.4. Cálcio e magnésio trocáveis .....	15
3.4.2.5. Alumínio trocável .....	15
3.5. Estudo do sistema radicular da bananeira .....	15
3.5.1. Amostragem de raízes .....	15
3.5.2. Preparo de raízes em laboratório .....	17
3.5.3. Avaliações do sistema radicular de bananeira .....	18
3.5.3.1. Distribuição espacial .....	18
3.5.3.2. Massa de raízes .....	18
3.5.3.3. Comprimento e área de raízes .....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1. Caracterização dos solos das áreas estudadas .....	21
4.1.1. Características físicas .....	21
4.1.2. Características químicas .....	23
4.1.3. Estudo do sistema radicular da bananeira .....	24
4.1.3.1. Distribuição Espacial .....	24
4.1.3.2. Massa fresca de raízes .....	30
4.1.3.3. Massa seca de raízes .....	32
4.1.3.4. Comprimento e área superficial de raízes .....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

## RESUMO

GARCIA, Rozane Vieira, M. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto, 2000. **Sistema radicular de bananeira irrigada por aspersão convencional e microaspersão no projeto Jaíba, MG.** Professor Orientador: Luiz Eduardo Ferreira Fontes. Conselheiros: Elpídio Inácio Fernandes Filho e Reinaldo Bertola Cantarutti.

Este trabalho teve como objetivo verificar a distribuição espacial de raízes de bananeira, variedade 'Prata Anã', em Latossolos de textura arenosa irrigados por aspersão convencional e microaspersão no 'Projeto Jaíba', norte de Minas Gerais. Para a avaliação do sistema radicular foram abertas trincheiras de 1,0 m de profundidade por 1,20 de largura e, posteriormente, cortes verticais sucessivos foram efetuados em ambos lados da planta a três diferentes distâncias do pseudocaule (0,50; 0,35 e 0,05 m). Em cada perfil vertical aberto, foram coletados sete blocos de solo de 0,90 de largura por 0,15 de espessura a cada 0,10 m de profundidade. As raízes foram separadas do solo ainda no campo e, em laboratório, foram agrupadas por classe de diâmetro: grossas, médias e finas e, em seguida, pesadas para a estimativa da massa fresca. Amostras das classes de diâmetro fina e média foram digitalizadas em scanner e suas imagens processadas no software SIARCS, obtendo-se valores de comprimento e área de raízes. A massa seca foi obtida após secagem em estufa. Os resultados obtidos indicaram que a maior parte do sistema radicular da bananeira concentra-se nas camadas superiores do solo. Nos primeiros 30 cm de profundidade foram encontrados 95% do total de raízes coletadas em área sob aspersão convencional e 60% das mesmas sob microaspersão. O sistema de irrigação também afetou o desenvolvimento lateral das raízes da

bananeira. Na microaspersão foi verificado uma distribuição diferencial em relação ao lado da planta avaliado, com um maior desenvolvimento radicular sendo observado no lado que coincide com a linha de microaspersores. Este comportamento diferencial esteve mais associado às raízes grossas. Na aspersão convencional, a distribuição radicular em função da distância do pseudocaule apresentou-se mais uniforme para raízes finas e médias, enquanto que, para raízes grossas foi verificada uma ligeira tendência de redução com o aumento da distância do pseudocaule. A maior produção total de raízes foi observada na área sob microaspersão, muito embora com predominância de raízes grossas em detrimento das finas e médias. O comprimento de raízes por volume do solo em função da distância lateral do pseudocaule não exibiu diferenças marcantes entre bananeiras irrigadas com distintos sistemas. A área superficial por volume de solo não exibiu qualquer tendência clara de comportamento com o aumento da distância do pseudocaule e da profundidade das camadas avaliadas. Os resultados obtidos permitem concluir que houve um efeito do sistema de irrigação sobre a distribuição espacial do sistema radicular da bananeira: enquanto que, na área sob aspersão convencional as raízes concentraram-se mais superficialmente e próximas ao pseudocaule; na área sob microaspersão, foi verificado um maior aprofundamento das raízes e seu deslocamento para o lado irrigado. O sistema de irrigação também influenciou a distribuição das raízes em classes de diâmetro: enquanto que, um predomínio maior de raízes grossas foi verificado sob microaspersão; na área sob aspersão convencional, foi observada maior proporção de raízes finas e médias.

## ABSTRACT

GARCIA, Rozane Vieira , M. S., Universidade Federal de Viçosa, August 2000.  
**Root system of the variety 'Prata Anã' banana (*Musa spp.*) irrigated by conventional aspersion and microsprinkler on the Jaíba Project, MG.**  
Adviser: Luiz Eduardo Ferreira Fontes. Committee Members: Elpídio Inácio Fernandes Filho and Reinaldo Bertola Cantarutti.

The objective of this work was to verify the spatial distribution of roots of the banana variety 'Prata Anã, in latosols with sandy texture irrigated by conventional aspersion and microsprinkler systems in the Jaíba Project, in the Northern region of the Minas Gerais State. For the evaluation of the root system, trenches 1,0 m deep and 1,20 m wide were opened in the land, and, later on, successive side cuts were made on both sides of the banana plants at three different distances of the stem (0,50; 0,35 and 0,05 m). In each of the opened profile, seven soil blocks 0,90 m wide by 0,15 m thick at each 0,10 m of depth were collected. The roots were cleaned from the soil while in the field and, in the laboratory, they were grouped by class of diameter: thick, medium and thin. Next, they were weighed to estimate the fresh weight. Samples of the diameter classes thin and medium were digitalized in scanner and images processed in the SIARCS software to obtain the values of length and area of roots. The dry weight was obtained by oven drying. The results obtained indicated that most of the banana plant root system concentrates in the upper layers of soil. In the first 30 cm of the depth, 95% of the total of roots collected in the area under conventional aspersion, and 60% of them under microsprinkler were found. The irrigation system also affected the side development of banana roots. In the microsprinkler system, a differential distribution in relation to the evaluated side of

the plant was observed, with a greater root development on the same side as the microsprinkler. This differential behaviour was associated mostly to thick roots. In the conventional aspersion, the root distribution related to the distance from the stem showed to be more uniform for thin and medium roots, while for thick roots, a slight trend of decrease with the increase of distance from the stem was observed. The greatest total production of roots was observed in the area under microsprinkler, however with a predominance of thick roots over the thin and medium ones. The length of roots by volume of soil related to the side distance from the stem did not show marked differences among banana plants irrigated by the two systems. The surface area by volume of soil did not show any clear trend of behaviour due to the increase in distance from the stem or depth of evaluated soil layers. The results obtained allow the conclusion that an effect of irrigation system occurred upon the spatial distribution of roots of banana plants, while in the area under conventional aspersion the roots were concentrated mostly in the surface and near the stem, in the area under microsprinkler the roots grew deeper and moved forward the irrigated side. The irrigation system also influenced the root distribution in classes of diameter: while a greater predominance of thick roots was verified under the microsprinkler system in the area under conventional aspersion system a greater proportion of thin and medium roots was observed.

## 1. INTRODUÇÃO

A banana é das frutas consumidas fresca a mais produzida e, por conseguinte, a de maior consumo no mundo, apresentando ainda grande importância para nosso país, sendo considerada um alimento básico do povo brasileiro. Além do seu alto valor nutritivo, ela tem incomensurável significado sócio-econômico, por mobilizar um grande contingente de mão-de-obra, permitindo rápido retorno e movimentando uma apreciável gama de insumos, especialmente fertilizantes.

O Brasil é o segundo país maior produtor de banana do mundo. Dos 88,5 milhões de toneladas de bananas produzidas mundialmente em 1999, o Brasil foi responsável por 7,5% deste total, sendo superado apenas pela Índia, que detém 14% da banana produção mundial. O Brasil, apesar de ser o segundo maior produtor participa apenas com 0,4% do volume das exportações mundiais. A fruteira é cultivada em quase todos os Estados da Federação, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, ocupando uma área de 500.000 ha (FAO, 2000b).

Verifica-se que o Estado de Minas Gerais, apesar de ocupar o quinto lugar na produção nacional da fruta, apresenta grande tendência de crescimento, principalmente graças às plantações na região norte do Estado, em perímetros irrigados dos projetos Gortuba e Jaíba, que representam os maiores avanços em termos de tecnologias de cultivo irrigado para produção de banana 'Prata Anã'.

Os avanços tecnológicos de produção têm gerado uma preocupação com o uso racional da terra, o que vem proporcionando uma busca incessante de metodologias adequadas que expressem as possibilidades e potencialidades

do meio físico e permitam um aproveitamento equilibrado do sistema. É importante ressaltar que o êxito de qualquer exploração agrícola está no conhecimento de suas relações com o meio ambiente. Assim, é necessário o manejo adequado do meio físico, solo, de tal forma que seja possível aumentar sua potencialidade produtiva sem impactos negativos sobre o meio.

Neste sentido, os estudos sobre o sistema radicular vêm atraindo o interesse dos pesquisadores, por serem de extrema importância para o entendimento científico da produção agrícola. A avaliação do sistema radicular de uma cultura pode ser considerado como fundamental no diagnóstico de sistemas de manejo que visam a otimização da produtividade.

Os estudos referentes ao sistema radicular não têm avançado tanto quanto os que ocupam a parte aérea das plantas. Um dos motivos para esta situação é que os estudos que envolvem as raízes são geralmente trabalhosos e as metodologias pouco difundidas.

A avaliação da quantidade de raízes, distribuição e comportamento do sistema radicular em condições de diferentes sistemas de manejo de uma planta é de grande interesse prático para nortear o manejo sustentável dos solos. Ela possibilita o estudo dos fatores da produção agrícola vinculados às raízes, como a absorção de água e nutrientes, bem como de alterações no solo e planta proporcionado por condições naturais e, ou, manejo químico e físico dado ao solo.

O objetivo deste trabalho é verificar a distribuição do sistema radicular de bananeira em solos de textura arenosa sob sistema de irrigação por aspersão convencional e microaspersão, no Perímetro Irrigado do Projeto Jaíba, norte de Minas Gerais. Foi tomado por hipótese que plantas de bananeira submetidas a diferentes sistemas de irrigação devem apresentar variação no desenvolvimento radicular.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Distribuição do Sistema Radicular**

A avaliação do sistema radicular de uma cultura é fundamental no diagnóstico de sistemas de manejo que visam a otimização da produtividade agrícola. A distribuição das raízes no solo é resultante de uma série de processos complexos e dinâmicos, que incluem as interações entre o ambiente, o solo e as plantas em pleno crescimento (FRATE Jr. et al., 1999).

São poucos os estudos sobre o sistema radicular das principais cultivares de bananeiras nas várias áreas bananícolas do Brasil. Mesmo na literatura estrangeira, são raras as informações sobre o desenvolvimento, estrutura e comportamento de raízes, em função do estágio de desenvolvimento da planta e das condições ecológicas.

As pesquisas com essa fruteira concentram-se basicamente na parte aérea da planta, isto é, ramos, folhas, flores e frutos. Poucas pesquisas existem relacionadas à parte subterrânea da planta tanto por dificuldades técnicas como metodológicas. Contudo, o conhecimento dos hábitos de enraizamento da bananeira é muito importante, pois pode permitir uma adequada escolha e uso de técnicas agronômicas direcionadas aos plantios já implantados. Como a conformação do sistema radicular de uma planta depende, em primeiro lugar, de sua constituição genética (MEDINA, 1985), este tipo de informação também seria muito útil na seleção de variedades para a implantação de uma nova exploração agrícola.

As raízes de bananeira são formadas continuamente até o florescimento das plantas (BEUGNON & CHAMPION, 1966; LAVIGNE, 1987), embora apresentem uma vida relativamente curta, durando em média de 200 a 300 dias.

(MOREIRA, 1987). O sistema radicular é fasciculado, apresenta diâmetro em torno de 4 a 8 mm, estando disposto horizontalmente em maior percentagem nas camadas superficiais do solo. Apenas um reduzido número de raízes desenvolve no sentido vertical.

Embora as raízes possam estar presentes até 0,75 m profundidade e, em um raio de 1,8 m ao redor da base da planta, a maioria do sistema radicular ocorre dentro de um raio de 0,60 m da base e a uma profundidade de até 0,30 m da superfície (AVILAN et al., 1982; CHAMPION e SIOUSSARAM, 1970). Os fatores que mais influenciam o desenvolvimento radicular são: a cultivar, tipo de solo, clima, entre outros (BARBER, 1992; AVILAN et al., 1982).

Avaliando o efeito que exercem as propriedades físicas e químicas, assim como o manejo dos solos sobre o crescimento e distribuição sistema radicular de bananas, AVILAN et al. (1982) verificaram uma maior concentração vertical do peso total de raízes de 0,35 a 0,60 m de profundidade e horizontal, de 0,30 a 0,60 m do pseudocaule.

Para MOREAU e BOURDELLÉS (1963), as emissões de raízes de banana são mais abundantes do 4º ao 6º mês a partir do plantio e, em média, se encontram na zona mais superficial do solo, chegando a representar cerca de 60% do peso total. Por sua vez, DOORENBOS e KASSAM (1994) afirmam que o sistema radicular da bananeira não excede 0,75 m, profundidade suficiente uma vez que 100 % da água é extraída entre 0,5 e 0,8 m, sendo 60 % deste total é absorvido nos primeiros 0,3 m.

Neste sentido, JORGE (1999) recomenda que, em estudos de avaliação da distribuição do sistema radicular de plantas anuais e semi perenes é conveniente estudar o perfil desde a superfície até 0,50 m de profundidade e, até 1 m nas perenes.

## **2.2. Fatores que influenciam a distribuição do sistema radicular**

São vários os fatores que apresentam ação sobre o comportamento do sistema radicular. Entre esses podem ser relatados a presença de horizontes compactados (KONG, 1968; YANG, 1970), o lençol freático (FORD, 1973; ROWE et al., 1973; GLABE, 1966), e o estado nutricional dos cultivos (LAL et al., 1968) que, juntamente com o manejo dos solos, constituem-se nos fatores que

mais influenciam a distribuição das raízes no perfil do solo e que ainda afetam diretamente a produção.

GLINSKI e LIPIEC (1990) relatam a influência da composição química, aeração, textura, estrutura, água e temperatura do solo, bem como das operações de cultivo, adubação, cobertura morta e cultivos intercalares na distribuição do sistema radicular. O número de raízes está em relação estreita com o balanço de água no solo e condições de déficit ou excesso de umidade reduzem a produção final. O estado hídrico do solo depende de fatores como a natureza do substrato (compactação, composição textural, equilíbrio ar-água), pluviosidade, irrigação e drenagem.

As raízes da bananeira são muito sensíveis às condições edáficas desfavoráveis, sendo o nível da camada freática considerado como um dos fatores que mais limita a penetração de raízes (LASSOUDIÈRE, 1971, 1978; GODEFROY, 1969; ROSSI e MUNDSTOCK, 1980). Lençol freático superficial causa deficiência de aeração, situação em que as trocas gasosas são extremamente lentas e confinadas a uma camada superficial de poucos centímetros de espessura. Além disto, lençóis freáticos muito altos podem ainda limitar consideravelmente a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas, tanto pelo decréscimo do volume de enraizamento, bem como pela diminuição da absorção por unidade de peso de raízes.

### **2.3. Métodos de irrigação para a cultura da bananeira**

A bananeira é uma planta que mantém um ritmo contínuo de desenvolvimento, podendo emitir, sob condições favoráveis de temperatura e precipitação pluviométrica, uma folha a cada 7 dias. Ademais, no decurso dos 9 a 12 meses que são necessários para atingir o estágio de colheita, uma planta de banana consome facilmente de 900 a 1.800 mm de água, segundo as condições climáticas. Trata-se, portanto, de uma planta muito exigente em água, e que pode consumir de 5 a 8 mm dia<sup>-1</sup>, dada sua elevada evapotranspiração. As perdas por transpiração podem variar de 30 a 60 m<sup>3</sup> por hectare dia<sup>-1</sup>, segundo a velocidade do vento, os graus de insolação e a umidade do ar. O desenvolvimento normal desta cultura supõe, portanto, sua implantação em região de pluviometria abundante e bem distribuída (MEDINA, 1985).

A bananeira é altamente sensível ao estresse hídrico e os efeitos desses estresses afetam significativamente a qualidade e a produtividade dos frutos. Segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), a incidência de um estresse hídrico moderado nos períodos de estabelecimento e fase inicial do período vegetativo determinam o potencial de crescimento e frutificação da planta, sendo fundamental que, durante esse período, haja um suprimento adequado e suficiente de água e nutrientes. A escassez de água no período vegetativo afeta o ritmo de desenvolvimento das folhas que, por sua vez, pode influir no número de flores, além do número de pencas e produção de cachos.

O déficit hídrico retarda consideravelmente o crescimento das raízes. Por isso, as irrigações devem ser planejadas de modo a serem freqüentes para obter uma permanência de seu efeito favorável e, menos abundantes, para evitar o efeito, ainda que momentâneo, de natureza asfixiante (LASSOUDIÈRE, 1978).

Desta forma, o emprego de técnicas de irrigação é extremamente importante na produção de bananas, principalmente nas explorações comerciais. Dentre os métodos de irrigação mais utilizados em plantios de bananeira destacam-se a aspersão convencional e a microaspersão.

#### **- Irrigação por aspersão convencional**

O objetivo básico da irrigação por aspersão convencional é simular a precipitação, aplicando-se uniformemente sobre a área uma altura calculada de água. Através da rotação, os aspersores distribuem água em áreas circulares, não sendo possível obter aplicação de absoluta uniformidade.

Para se obter uma aplicação razoavelmente uniforme é necessária a superposição de aspersores, o que causa a interceptação dos jatos de água, principalmente pelos pseudocaulos da bananeira, contribuindo para diminuição da uniformidade de aplicação da água sobre o solo (OLITTA, 1984).

Este sistema de irrigação constitui-se de tubulações leves e de engate rápido sobre as quais são instalados os aspersores. Estes sistemas são geralmente móveis, sendo necessária a mudança de posição das linhas laterais, o que contribui para a compactação do solo, com conseqüências diretas sobre a infiltração da água e, conseqüentemente, acúmulo de água na superfície (COSTA et al., 1999).

## **- Irrigação por microaspersão**

De acordo com BERNARDO (1996), neste sistema de irrigação, a água é aplicada em pequenos jatos na superfície do solo e próximo da planta. O molhamento é efetuado em pequenas intensidades, alta frequência e com um controle da lâmina d'água aplicada, o que permite um volume constante de solo umedecido em forma de bulbo molhado. Isso proporciona maior eficiência de uso do recurso água, além de propiciar o controle de ervas daninhas.

O principal objetivo deste sistema é manter um teor ótimo de umidade à disposição do sistema radicular próximo da capacidade de campo, conforme as exigências e a natureza do solo, sem prejuízos no desenvolvimento e rendimento da cultura.

A microaspersão compõe o conjunto daqueles sistemas de irrigação que, quando manejados corretamente proporcionam uma aeração eficiente ao solo, grande disponibilidade de nutrientes e um conteúdo de umidade relativamente alto e constante (OLITTA, 1984).

Em se tratando de sistemas fixos, o custo médio desses sistemas é de duas vezes o da implantação dos sistemas de irrigação por aspersão convencional, o que limita seu uso somente para culturas que apresentem alta capacidade de retorno (MELLO, 1993).

Na avaliação dos sistemas de irrigação pressurizada em culturas de bananas realizada no Projeto Gorutuba, norte de Minas Gerais, a microaspersão destaca-se como o sistema que apresentou maior uniformidade de distribuição de água (MANTOVANI, 1997).

### **2.4. Sistema radicular x irrigação**

Para efeitos de irrigação considera-se que as raízes da bananeira exploram o solo até 60 a 80cm de profundidade (MEDINA, 1985). Essa é a camada de solo que deve ser umedecida em cada rega e, sempre que possível, a irrigação sobre as folhas deve ser feita durante a noite, para evitar as perdas por evaporação que podem ser elevadas quando efetuada em plena insolação.

AUBERT (1968), estudando a distribuição radicular de bananeiras irrigadas e não irrigadas ressalta a influência da irrigação sobre o crescimento das raízes e uma tendência de desenvolvimento do enraizamento mais

superficial. O autor constatou que o número e comprimento total das raízes era muito maior nas parcelas irrigadas, porém o comprimento médio das mesmas era superior nas parcelas não irrigadas. Nos solos cujas características físicas restringiam o armazenamento de água em camadas superficiais, o desenvolvimento das raízes das bananeiras era prejudicado, dada a possibilidade de ocorrência da seca fisiológica mesmo com teores elevados de água no solo. Este fenômeno ocorre em casos de enraizamento superficial, em que pode ocorrer uma brusca variação da pressão osmótica das raízes e folhas quando a percentagem de água disponível cai a 2/3 do valor original. Em solos mais profundos, este fenômeno é menos brusco e a transpiração relativa diminui gradativamente sem que a planta apresente sintomas de seca, mesmo quando a superfície do solo se apresenta em estado de dessecação.

LIMA e MEIRELES (1986) apresentam resultados em que as raízes de bananeira podem ultrapassar 1,5 m de profundidade, embora destaquem que a maioria das raízes ativas ocorrem nos primeiros 0,40 m de profundidade, e de 0,30 a 0,60 m de distância do pseudocaule.

GOODE e HYRYCZ (1970, 1978) notaram em plantas de groselhas e macieiras que a irrigação aumentou o peso total e o volume de raízes. Entretanto, tal efeito foi significativo apenas na profundidade de 0 a 0,15 m, demonstrando haver uma tendência de redução do aprofundamento do sistema radicular por efeito da irrigação.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização das áreas em estudo**

A área do Projeto Jaíba abrange os municípios de Jaíba e Matias Cardoso, norte do Estado de Minas Gerais, entre os rios Verde Grande e São Francisco, localizando-se à margem direita deste última (Figura 1). A região encontra-se a uma latitude de 15°07'S, longitude 43°58'W de Greenwich, na região do domínio ecológico da Mata da Jaíba.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Aw (clima tropical úmido das savanas), caracterizado pela existência de uma estação seca bem acentuada no inverno e verão chuvoso. A precipitação média anual é de 800 mm e a temperatura média mensal varia entre 22 e 25,5°C, sendo o mês de outubro o mais quente da região (EPAMIG,1976).

Até a implantação dos projetos de irrigação, as principais atividades eram a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal, atividades ainda hoje importantes. Objetivando o processo de crescimento da agricultura irrigada no norte de Minas Gerais e o apoio ao desenvolvimento regional surgiram nesta região, na década de 70, projetos de irrigação financiados por um convênio firmado entre os Governos Estadual e Federal, representados, respectivamente, pela Fundação Rural Mineira de Colonização e Desenvolvimento Agrário (RURALMINAS) e a Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco (CODEVASF). Desta forma foi assim constituído um dos mais ambiciosos projetos agroindustriais desenvolvidos na América Latina, o Projeto Jaíba (PRODAIJ), com cerca de 100.000 ha destinados a agricultura irrigada, e aumentando ainda mais o potencial de desenvolvimento da área, já considerado elevado apesar da baixa densidade demográfica (EMBRAPA, 1993).

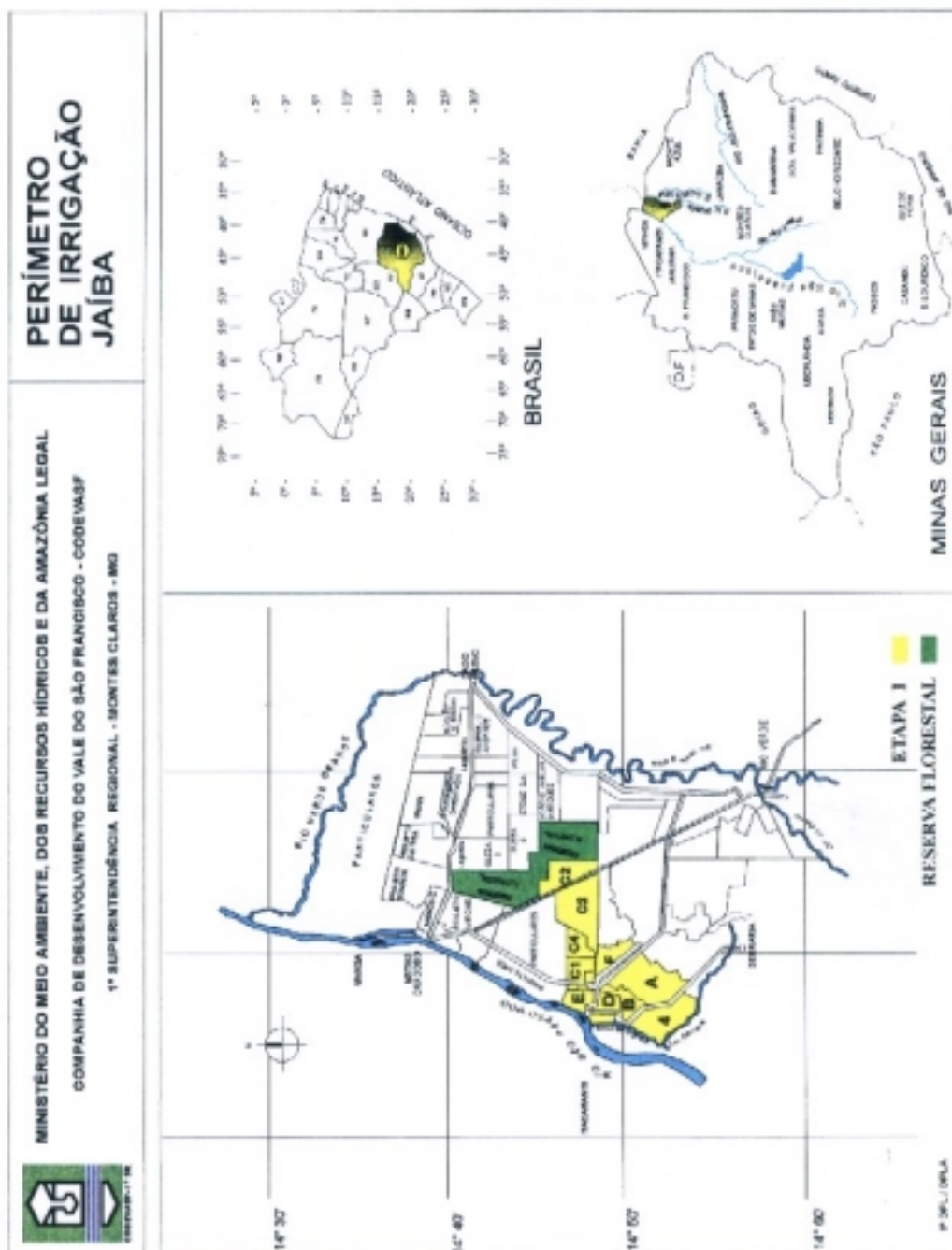


Figura 1 – Localização da área de estudo

Atualmente, a principal exploração agrícola no Projeto Jaíba é a fruticultura, que vem se expandindo com muita rapidez, principalmente devido às excelentes condições edafoclimáticas locais e a possibilidade de utilização da irrigação, o que permite a obtenção de altas produtividades. Dentre as espécies frutíferas exploradas na região, a bananeira é a que tem sido mais cultivada, com destaque especial para a cultivar 'Prata Anã' (MENEGUCCI et al. 1998), que hoje ocupa uma área de 2.244 ha, podendo atingir em pouco tempo 7.000 ha, em função, principalmente, da implantação já previstas de áreas empresariais (PROJETO JAÍBA, 2000).

### **3.2. Seleção da área e coleta de solos**

Foram selecionadas duas áreas de bananicultura do Projeto Jaíba: uma em área de assentamento, com sistema de irrigação por aspersão convencional, e outra em área empresarial, com sistema de irrigação por microaspersão. Foram escolhidas áreas que apresentassem o máximo de semelhanças considerando os seguintes critérios: classe de solo, adubação, condução da cultura, variedade, espaçamento, tipo de muda e idade do bananal. Posteriormente foram abertas trincheiras distantes 0,50 m da planta a ser analisada, de onde foram coletadas amostras de solos nas profundidades de 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 30-40 cm; 40-50 cm e 50-60 cm para a realização de análises físicas e químicas.

### **3.3. Caracterização das glebas estudadas**

O estudo foi realizado em plantios comerciais de banana (*Musa* spp.), variedade 'Prata Anã', no Perímetro Irrigado do Projeto Jaíba. As duas áreas selecionadas de bananeira irrigada apresentavam em média de 5,0 ha e 1.666 plantas/ha, com aproximadamente 95% das plantas no primeiro ciclo de produção.

Os pomares estão estabelecidos em Latossolos de textura arenosa e formados a partir de mudas micropropagadas provenientes de cultivos *in vitro*, plantadas em espaçamento de 2,0 x 3,0 m. Visualmente não foram detectadas incidências de pragas e doenças, à exceção da Sigatoka Amarela, doença que

ataca as folhas das plantas da bananeira, e está presente em todas as regiões produtoras. As plantas selecionadas para avaliação apresentavam um ano de idade e ainda não haviam sido submetidas à colheita.

As adubações são realizadas em meia lua e em frente à planta neta. Os fertilizantes utilizados nas duas áreas avaliadas são os mesmos, com diferença apenas no período e quantidade de adubo distribuído (Quadro 1). A adubação nitrogenada e potássica é realizada via água de irrigação (fertirrigação), enquanto as demais são efetuadas manualmente à lanço.

Quadro 1 - Caracterização da adubação nas áreas de aspersão convencional e microaspersão, em Jaíba, MG.

Fertilizante	Aspersão convencional		Microaspersão	
	Quantidade	Período	Quantidade	Período
	g/cova		g/cova	
Cloreto de potássio	11	quinzenal	1-2	Diária
Sulfato amônio	11	quinzenal	1-2	Diária
Sulfato de magnésio	6	quinzenal	20	Bimestral
Sulfato de zinco	-		6	Bimestral
Super triplo	80	semestral	20	Bimestral

Com relação ao manejo dos restos culturais, enquanto que na área de aspersão convencional os restos culturais são retirados da plantação, na área irrigada por microaspersão, eles são distribuídos nas entrelinhas do bananal, nas quais não passam as linhas de irrigação. Estes resíduos vegetais (folhas, pseudocaule, engaço, frutos) são distribuídos em uma faixa distante de 0,20 m do pseudocaule da planta.

### 3.3.1. Aspersão convencional

O sistema de irrigação por aspersão convencional da área estudada é móvel e está composto por uma linha principal e quatro linhas laterais. Os aspersores são do modelo Dantas MD20 (3,4 x 2,5 mm), apresentando pressão de serviço de 2,5 kg cm<sup>-2</sup> e vazão de 980 L h<sup>-1</sup>. Os aspersores são dispostos em quadrado de 12 x 12 m, a uma altura 0,50 m do solo, sendo um aspersor irrigando 16 plantas. O sistema é constituído por tubulações portáteis e leves

para facilitar o manejo. Estas tubulações são dispostas de tal forma sobre a superfície do terreno, que permite que a mesma linha lateral seja movimentada para diversas posições. Ao final de cada irrigação, as linhas laterais são deslocadas para outras posições, e assim sucessivamente, até completar toda a irrigação estabelecida, sendo necessários 2 dias de intervalo entre as aplicações para irrigar toda área.

Normalmente é aplicada uma lâmina de água em torno de 13,5 mm/h, com uma eficiência de irrigação de 75%. Neste sistema toda área recebe água, embora de maneira mais desuniforme que no sistema de microaspersão, uma vez que apesar de 90% da área total umedecida, a extensão dos jatos próximos ao pseudocaule interfere na distribuição diretamente. Para fins de comparação com a área de microaspersão, foram coletadas amostras de solo e raízes dos dois lados da planta.

### **3.3.2. Microaspersão**

A estrutura deste sistema de irrigação consiste de tubos de polietileno dispostos ao longo das ruas da cultura, sempre pelo centro das mesmas, nos quais são inseridos microaspersores, modelo Indor, com pressão de serviço de 20 mca e vazão de 861 a 870 L h<sup>-1</sup>. Os microaspersores de 3,5 m de raio de alcance estão dispostos em quadrado de 6,5 x 4,0 m, a uma altura de 0,35m do solo, havendo uma relação de 0,28 emissor por planta. Este sistema de irrigação é fixo, ou seja, não há necessidade de movimentação de linhas laterais, entretanto apenas um determinado número de linhas funciona por vez.

Na microaspersão o turno de rega é diário, sendo aplicada uma lâmina de água em torno de 6,3 mm h<sup>-1</sup>, com uma eficiência de irrigação já comprovada em torno de 85%. Neste sistema de irrigação, as plantas apresentam um molhamento em parte do sistema radicular, uma vez que a planta recebe água apenas de um dos lados. As linhas secundárias deste sistema fixo são dispostas entre duas fileiras de plantas de forma que apenas um dos lados da planta (A) recebe água de maneira uniforme, enquanto que o outro lado (B) recebe pouca ou nenhuma quantidade de água. Na amostragem desta área, foram coletadas amostras de solo e raízes nos dois lados da planta escolhida, com o objetivo de verificar possíveis diferenças que possam ocorrer em função da quantidade de água recebida.

### **3.4. Avaliações de laboratório**

As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), na qual foram realizadas as análises físicas e químicas.

#### **3.4.1. Caracterização física**

##### **3.4.1.1. Textura**

A análise textural foi efetuada com 10 g de TFSA em NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e dispersão em coqueteleira a 12.000 rpm, durante 15 minutos. As frações areia grossa e areia fina foram previamente separadas por tamização em peneiras com malhas de 0,2 e 0,053 mm de abertura, respectivamente. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e a fração silte calculada por diferença (EMBRAPA, 1997).

##### **3.4.1.2. Argila dispersa em água**

Efetuada com o mesmo procedimento anterior, entretanto sem a adição de NaOH. A dispersão de 10 g de TFSA foi realizada em água e a determinação do teor de argila pelo método da pipeta já comentado.

#### **3.4.2. Caracterização química**

Todas as análises químicas foram efetuadas de acordo com EMBRAPA (1997).

##### **3.4.2.1. pH em água**

Determinado potenciométricamente na suspensão solo-solução, relação 1:2,5, com tempo de contato mínimo de uma hora e agitação da suspensão antes da leitura.

#### **3.4.2.2. Fósforo**

Extraído com solução de HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup> (Mehlich-1) e determinado por colorimetria na presença de ácido ascórbico.

#### **3.4.2.3. Potássio**

Extraído com HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo:extrator de 1:10 e determinado por espectrofotometria de chama.

#### **3.4.2.4. Cálcio e magnésio trocáveis**

Extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo:extrator de 1:20 e determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

#### **3.4.2.5. Alumínio trocável**

Extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo:extrator de 1:20 e determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

### **3.5. Estudo do sistema radicular da bananeira**

#### **3.5.1. Amostragem de raízes**

O sistema radicular da bananeira foi avaliado em trincheiras de 1 m de profundidade e 1,2 m de largura, abertas a uma distância de 0,50 m do pseudocaule da planta (Figuras 2 e 3). Para cada área irrigada foram amostrados os dois lados (A e B) de uma planta.

O perfil de solo foi preparado com o auxílio de uma pá reta, de modo a torná-lo o mais vertical e liso possível. As raízes expostas na abertura da trincheira foram aparadas rente ao perfil com tesoura. Com o auxílio de uma faca foi removida uma pequena camada de solo de aproximadamente 1 cm ao redor das raízes. Uma fita métrica foi colocada do lado esquerdo de cada perfil com numeração a cada 0,10 m de profundidade e, em seguida, os perfis foram fotografados.

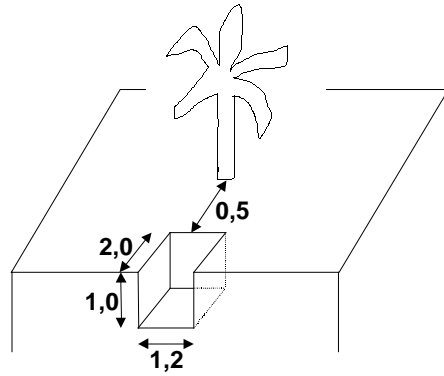


Figura 2 - Detalhe da planta de bananeira amostrada, e da localização das trincheiras abertas.



Figura 3 – Perfil do solo amostrado em área de irrigação por microaspersão, distante 20 cm do pseudocaule da planta.

Nos dois lados da bananeira foram efetuados cortes verticais sucessivos até a planta. A partir do corte inicial da trincheira efetuado a 0,5 m, foram promovidos outros a 0,35 e 0,05 m do pseudocaule. Em cada corte vertical foram retirados blocos de 0,1 m de altura, 0,9 m de largura e 0,15 m de espessura, até a profundidade de 0,7 m. A cada novo corte vertical, o perfil era fotografado. Em cada camada coletada, as raízes foram separadas do solo em peneiras de malha de 2 mm e acondicionadas em sacolas plásticas previamente identificadas de acordo com a profundidade e distância do pseudocaule. Tais sacolas foram mantidas em geladeira, com o objetivo de conservar sua umidade para posterior avaliação.

### **3.5.2. Preparo de raízes em laboratório**

Em laboratório, as raízes foram lavadas e separadas em três classes de diâmetro de acordo com a percepção visual: raízes finas, médias e grossas. Posteriormente, as raízes foram pesadas, obtendo dessa forma sua massa da matéria fresca. Ato seguido, o material foi novamente acondicionado em sacolas plásticas e resfriadas até novas avaliações.

Nas avaliações posteriores foram selecionadas apenas as raízes médias e finas, consideradas como as principais responsáveis pela absorção de água e nutrientes. As raízes foram então distribuídas uniformemente com auxílio de pinça e água, em placas quadradas de vidro de 0,15 x 0,30 m e 1 cm de altura. Estas placas foram colocadas sobre um “scanner” de mesa (HP SCANJET 4C) para a obtenção de imagens com resolução espacial de 300 dpi, ou seja, 59,05 pixels  $\text{cm}^{-1}$ . Como cada pixel foi armazenado com 8 bits, foi possível produzir uma imagem de 256 tons de cinza.

Depois do processamento no scanner, as raízes foram secas em estufa a temperatura de 75°C por 72 horas e, após esfriadas, foram pesadas obtendo-se dessa forma a massa seca das raízes.

### **3.5.3. Avaliações do sistema radicular de bananeira**

#### **3.5.3.1. Distribuição espacial**

A partir das fotos obtidas dos perfis, procedeu-se a contagem de raízes nas trincheiras abertas, e a estimativa da frequência de raízes em função da profundidade e distância do pseudocaule da planta.

#### **3.5.3.2. Massa de raízes**

A massa da matéria fresca e seca das raízes (finas, médias e grossas) foram obtidas por pesagem, como descrito anteriormente.

#### **3.5.3.3. Comprimento e área de raízes**

O comprimento e a área das raízes foram determinados a partir das imagens produzidas por um scanner e processadas pelo software "SIARCS 3.0" (EMBRAPA, 1998). A partir dos dados de área e comprimento da imagem digitalizada foi estimado o diâmetro médio das raízes, considerando-as como de formato cilíndrico. De posse deste valor, foi possível estimar a área superficial (AS) de raízes, com base na fórmula  $AS = 2 \times \pi \times R \times L$  (COSTA et al., 1999), em que R é o raio médio e, L o comprimento das raízes fornecido pelo software.

O manuseio do sistema SIARCS 3.0 envolveu as seguintes etapas:

- abertura da imagem na tela: visualização na tela do monitor da imagem obtida com o scanner em formato BMP (Figura 4a);
- seleção da janela: o programa permite a seleção da região da imagem a ser analisada (Figura 4b);
- calibração da imagem: o software necessita de uma distância de referência que permita seus cálculos. Com este objetivo foi adicionado à imagem um ponto distante 700 pixels da lateral da mesma. Esta informação fornecida pelo próprio usuário já em centímetros permite ao software fornecer os dados de comprimento e área também nesta mesma unidade.

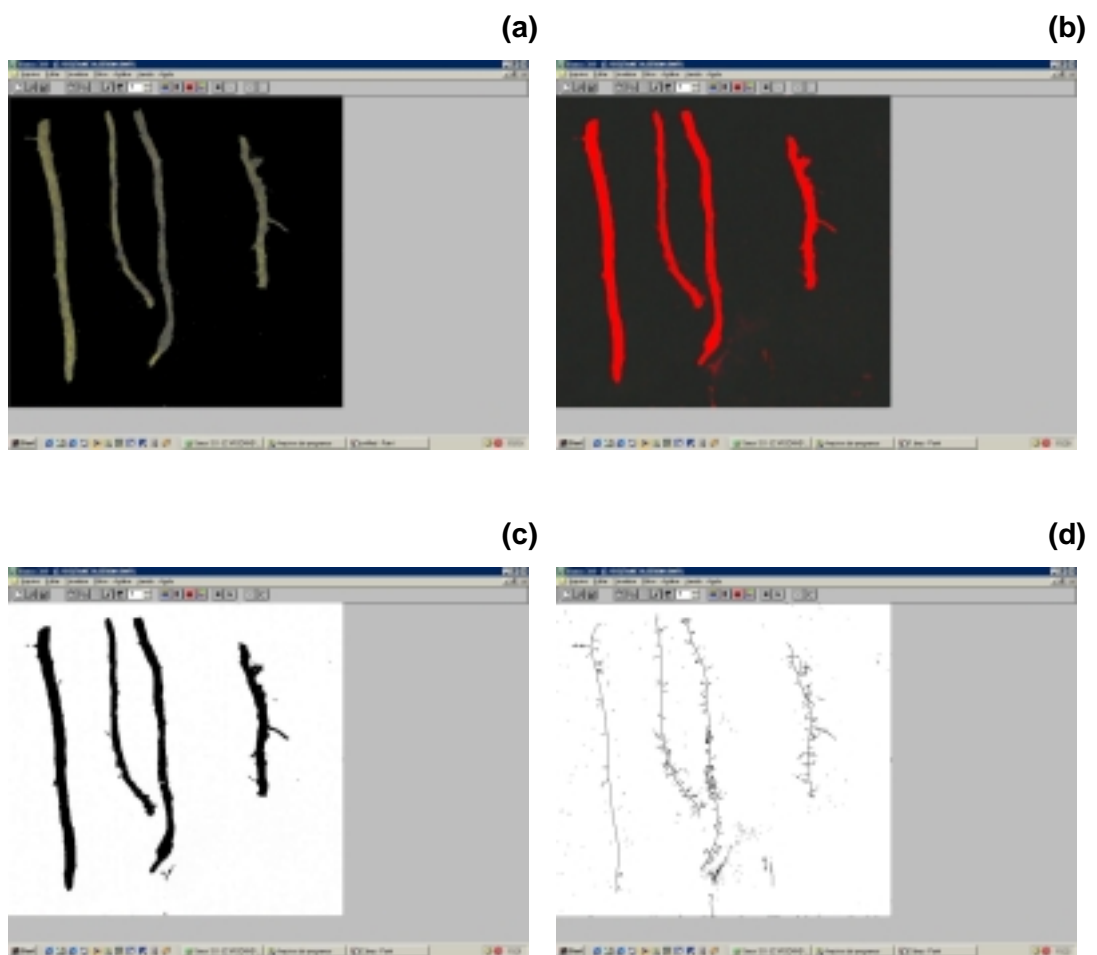


Figura 4 – Reprodução da tela do software SIARCS 3.0 com os seguintes passos: (a) imagem digitalizada de raízes, (b) seleção da área de análise, (c) imagem binarizada, (d) imagem afinada.

- binarização: neste procedimento, as imagens que inicialmente apresentavam 256 tons de cinza são convertidas para somente dois tons: preto e branco (Figura 4c). Enquanto os pixels da imagem são destacados em preto, o restante da imagem (fundo) fica em branco, individualizando desta forma o objeto da análise. Neste passo é utilizado um filtro limiar, que permite a identificação dos pixels que representam as raízes. Terminada a binarização, é promovido a estimativa da área de raízes;
- afinamento: neste procedimento todas as raízes são reduzidas a um pixel de largura (Figura 4d), já que a manutenção da distribuição original de pixels resultaria em erros de avaliação de comprimento. Terminada o procedimento de afinamento, é promovido a estimativa do comprimento das raízes;
- apresentação dos resultados: os dados resultantes são apresentados em tela pelo software.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Caracterização dos solos das áreas estudadas**

#### **4.1.1. Características físicas**

Os solos das áreas estudadas são arenosos (Quadro 2), apresentando valores de densidade do solo entre 1,51 e 1,64 g cm<sup>-3</sup> e porosidade entre 38 e 43% (Quadro 3). Não foram verificadas grandes diferenças nas frações granulométricas entre as áreas avaliadas. Entretanto, observa-se que a área de microaspersão apresenta valores de areia fina e de argila ligeiramente superiores aos da área de aspersão convencional. Isso pode contribuir a uma maior retenção de umidade no solo, uma vez que, em solos arenosos, a disponibilidade de água melhora substancialmente quando estes apresentam uma maior proporção de areia fina MEDEIROS (1977).

Os valores de argila dispersa em água são baixos em ambas as áreas, variando de 1 a 3% na área de aspersão convencional e, de 1 a 4%, na área de microaspersão. Conseqüentemente, os valores do grau de floculação são elevados, sempre acima de 73% (Quadro 2). Ainda que o teor de argila dos solos seja baixo, os pequenos valores de argila dispersa em água indicam uma baixa movimentação de colóides no perfil. Considerando a irrigação como uma prática constante na área, valores elevados de argila dispersa em água poderiam acarretar problemas de entupimento de poros em camadas mais profundas pelo deslocamento vertical de partículas.

Quadro 2 - Caracterização textural, argila dispersa em água e grau de floculação em área cultivada com bananeira irrigada por aspersão convencional e microaspersão, em Jaíba, MG.

Prof cm	Aspersão convencional							Microaspersão						
	AG	AF	S	A	ADA	GF	Classe Textural	AG	AF	S	A	ADA	GF	Classe Textural
00-10	78	12	01	09	02	77	Areia	65	22	02	11	01	91	Areia franca
10-20	78	12	02	08	01	88	Areia	66	21	02	11	01	91	Areia franca
20-30	75	15	01	09	01	89	Areia	68	19	01	12	02	83	Areia Franca
30-40	73	15	01	11	01	91	Areia Franca	63	22	01	14	03	78	Areia Franca
40-50	72	16	01	11	01	91	Areia Franca	61	23	01	15	04	74	Franco Arenoso
50-60	67	17	02	14	03	78	Areia Franca	60	22	02	16	02	88	Franco Arenoso

AG: areia grossa; AF: areia fina; S: silte; A: argila; ADA: argila dispersa em água; GF: grau de floculação.

Quadro 3 - Densidade do solo, densidade de partículas e porosidade, em área cultivada com bananeira irrigada por aspersão convencional e microaspersão, em Jaíba, MG.

Prof cm	Aspersão convencional			Microaspersão		
	Ds	Dp	P	Ds	Dp	P
	g cm <sup>-3</sup>	g cm <sup>-3</sup>	%	g cm <sup>-3</sup>	g cm <sup>-3</sup>	%
00-10	1,54	2,64	42	1,51	2,66	43
10-20	1,59	2,65	40	1,56	2,65	41
20-30	1,60	2,64	39	1,61	2,66	39
30-40	1,57	2,66	41	1,64	2,67	39
40-50	1,59	2,71	41	1,57	2,63	40
50-60	1,56	2,64	41	1,64	2,64	38

Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partículas; P: porosidade.

Os baixos valores de porosidade verificados discordam da tendência normal apresentada para a maioria dos solos por GROHMANN (1972), segundo a qual parte sólida e poros do solo correspondem, cada um, a 50% do volume do total. Entretanto, no que diz respeito a solos de natureza mais arenosa, os valores aqui encontrados (Quadro 3) são coerentes com os indicados por REICHARDT (1985), que atribui a estes solos resultados de porosidade variando de 35 a 50%.

#### 4.1.2. Características químicas

A caracterização química dos solos das áreas estudadas é apresentada nos Quadros 4 e 5. Na área irrigada por aspersão convencional, os valores de pH variaram de 4,50 (50-60 cm) a 5,15 (20-30 cm), sendo superiores aos valores da área de microaspersão em todas as profundidades. Nesta última, os valores de pH variam em um intervalo menor, de 4,43 (50-60cm) a 4,64 (30-40cm).

Ambas as áreas apresentam baixos teores de nutrientes, exceto na camada mais superficial (0-10 cm), onde os níveis dos mesmos são ligeiramente superiores, muito embora não atinjam valores exigidos pela cultura (RIBEIRO et al., 1999). O próprio potássio, um dos nutrientes mais exigidos pela bananeira e apesar de sua aplicação freqüente, encontra-se a níveis baixos em ambas áreas.

O fósforo também apresenta valores extremamente baixos ou nulos, especialmente na área de microaspersão e nas profundidades abaixo de 10 cm, concordando com valores de fósforo disponível verificado para solos de semi-árido (EMBRAPA, 1979).

Quadro 4 - Características químicas do solo da área cultivada com bananeira irrigada por aspersão convencional em Jaíba, MG.

Prof.	PH (H <sub>2</sub> O)	P K <sup>+</sup>		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTCe	CTCt	m	V
		--- mg/dm <sup>3</sup> ---										
0-10	4,80	2,48	11,25	1,84	0,16	0,00	0,78	2,03	2,03	2,81	0	72
10-20	5,10	2,75	12,25	1,57	0,10	0,00	1,18	1,70	1,70	2,88	0	59
20-30	5,15	1,05	8,00	1,11	0,09	0,05	1,40	1,22	1,27	2,62	7	47
30-40	4,68	1,65	6,50	0,37	0,05	0,50	1,93	0,44	0,94	2,37	55	19
40-50	4,62	0,48	8,25	0,22	0,05	0,43	1,78	0,29	0,71	2,07	60	14
50-60	4,50	0,05	6,50	0,10	0,02	0,48	2,08	0,14	0,61	2,22	79	6

Quadro 5 - Características químicas do solo da área cultivada com bananeira irrigada por microaspersão em Jaíba, MG.

Prof.	PH (H <sub>2</sub> O)	P K <sup>+</sup>		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTCe	CTCt	m	V
		--- mg/dm <sup>3</sup> ---										
0-10	4,62	4,65	18,50	1,05	0,15	0,23	1,40	1,24	1,47	2,64	14	47
10-20	4,62	0,00	6,00	0,68	0,07	0,41	1,80	0,76	1,18	2,56	48	30
20-30	4,62	0,25	9,00	0,39	0,05	0,53	1,83	0,46	0,98	2,29	54	20
30-40	4,65	0,10	8,00	0,50	0,07	0,43	1,68	0,60	1,02	2,28	50	26
40-50	4,53	0,00	7,75	0,56	0,16	0,48	1,83	0,74	1,12	2,57	52	29
50-60	4,43	0,00	6,00	0,58	0,07	0,45	1,90	0,66	1,12	2,56	53	26

### **4.1.3. Estudo do sistema radicular da bananeira**

#### **4.1.3.1. Distribuição Espacial**

O desenvolvimento radicular da bananeira em profundidade e de forma paralela à superfície do solo é ilustrado na seqüência de fotos dos perfis a diferentes distância do pseudocaule (Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10). Para ambas áreas, verifica-se a ocorrência de uma maior presença de raízes nas camadas superficiais e um decréscimo do número das mesmas ao longo do perfil com a profundidade.

Cabe destacar que a estimativa do número de raízes foi efetuada com base na análise visual das fotos obtidas dos planos verticais efetuados no perfil do solo. Desta forma, os valores obtidos correspondem àquelas raízes de maior diâmetro facilmente identificáveis nas respectivas fotos. A ausência de raízes atribuída às profundidades maiores que 30 cm na área sob aspersão convencional não implica na ausência total de raízes e, sim na não possibilidade de visualização das mesmas.

Na área de microaspersão as raízes identificadas nas fotografias apresentaram-se distribuídas até camadas mais profundas (Figuras 8, 9 e 10), o que não se observa na área de aspersão convencional, na qual o sistema radicular não ultrapassa os 30 cm em ambos lados da planta (Figuras 5, 6 e 7).

Partindo do princípio que, em ambas áreas, não ocorre impedimento mecânico ou por altura de lençol freático, um maior desenvolvimento vertical de sistema radicular deve estar relacionado à influência da disponibilidade de água, que, por sua vez, está ligado diretamente ao sistema de irrigação utilizado. Na aspersão convencional a água é distribuída de maneira uniforme sobre toda a área, já na microaspersão, a disposição do sistema não permite um molhamento completo do terreno. Dessa forma, enquanto no primeiro sistema ocorre uma maior disponibilidade superficial de água, no segundo as raízes necessitam aprofundar-se mais em busca de umidade, já que nem toda sua área de absorção é umedecida.



Figura 5 – Fotografia de perfil amostrado em área de irrigação por aspersão convencional correspondente a distância de 0,05 m do pseudocaule.

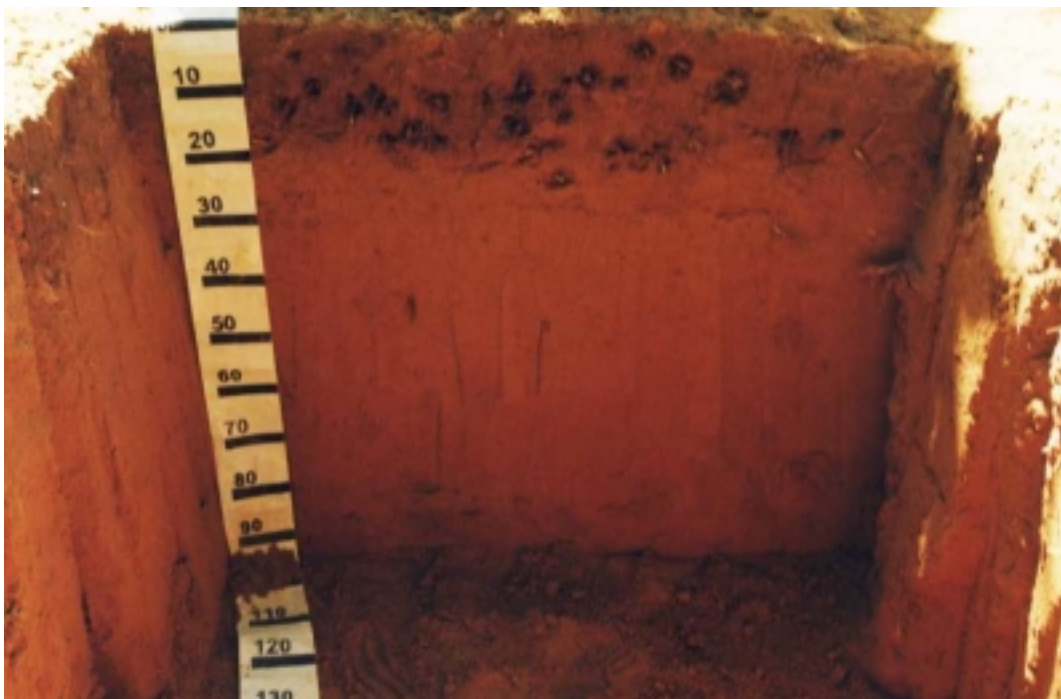


Figura 6 – Fotografia de perfil amostrado em área de irrigação por aspersão convencional correspondente a distância de 0,35 m do pseudocaule.

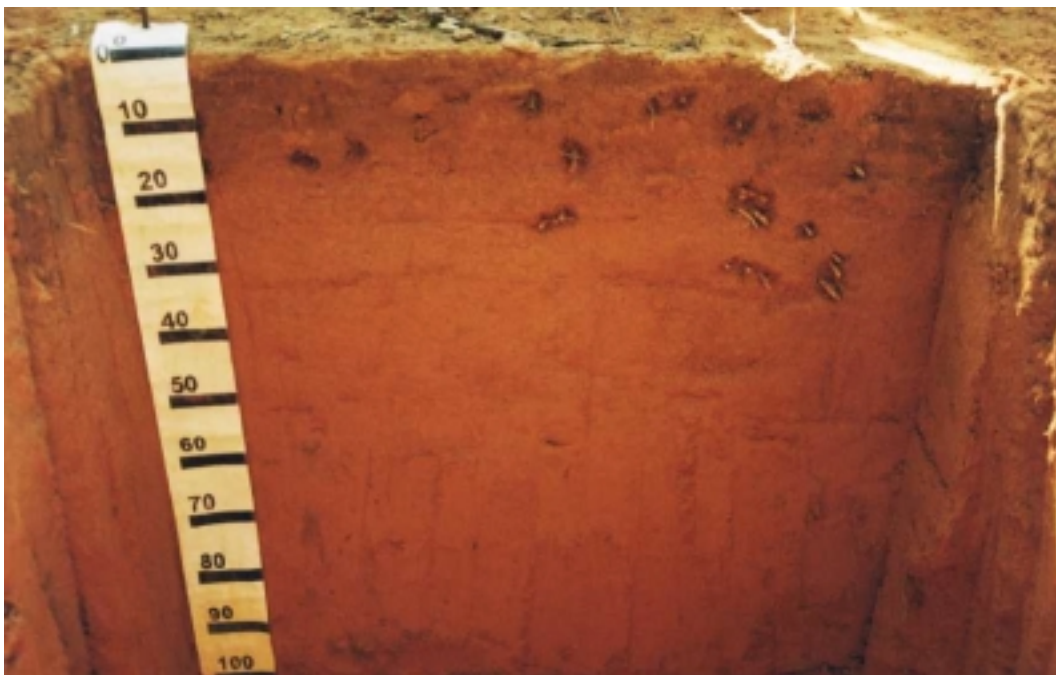


Figura 7 – Fotografia de perfil amostrado em área de irrigação por aspersão convencional correspondente a distância de 0,5 m do pseudocaule.



Figura 8 – Fotografia de perfil amostrado em área de irrigação por microaspersão correspondente a distância de 0,05 m do pseudocaule.



Figura 9 – Fotografia de perfil amostrado em área de irrigação por microaspersão correspondente a distância de 0,35 m do pseudocaule.



Figura 10 – Fotografia de perfil amostrado em área de irrigação por microaspersão correspondente a distância de 0,5 m do pseudocaule.

O efeito da aplicação de água sobre o comportamento do desenvolvimento do sistema radicular foi estudado por CALHEIROS (1992) para quatro culturas em condições de sequeiro e irrigação. No tratamento sem irrigação, o sistema radicular alcançou 60 cm de profundidade, apresentando 24 a 56% das raízes nas camadas superficiais. Já no tratamento irrigado, foi verificada uma maior concentração das raízes (70%) nas camadas superficiais, que não ultrapassaram os 50 cm.

RICHARDS e COCKROFT (1975) afirmam que a falta de água reduz o número e o aprofundamento das raízes. Os autores observaram a imediata formação de radículas em pessegueiros assim que se promoveu a irrigação após um período em que o solo foi mantido seco. As plantas irrigadas a intervalos de 3 a 4 dias apresentaram o dobro da concentração de radículas próximas à superfície do solo quando comparadas com as plantas sem irrigação artificial. Semelhantes resultados foram observados por GOODE e HYRYCZ (1970) em plantas de groselha, muito embora com macieiras não tenham obtido efeito significativo da irrigação. Ainda que não tenham encontrado diferença estatística, os autores verificaram uma tendência de alteração da distribuição radicular decorrente da falta de água nesta última cultura.

Com respeito ao desenvolvimento lateral do sistema radicular foi verificada uma maior concentração de raízes próximo a planta, que diminui com o aumento da distância do pseudocaule, o que concorda com as observações de BOJARA e SING (1973) e ROJAS (1989) para diversas culturas.

Na análise da distribuição do número de raízes em função do lado bananeira analisado (Quadro 6), verifica-se, como tendência geral, maior freqüência de raízes em camadas superficiais que diminui em profundidade e que aumenta à medida que se aproxima do pseudocaule da planta. A única exceção a esta tendência é a camada de 0-10 cm (lado B) em área de microaspersão, que apresenta número inferior de raízes em comparação com as camadas mais profundas.

Quadro 6 - Número total de raízes por lado (A e B) da planta em função da profundidade e distância do pseudocaule, em solo sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão, Jaíba, MG

Profundidade	Número de raízes			Total	
	Distância do pseudocaule (m)				
cm	0,05	0,35	0,50		
<b>Aspersão convencional</b>					
Lado A	0-10	19	15	13	47
	10-20	17	15	11	43
	20-30	3	8	13	24
	30-40	-	-	-	-
	40-50	-	-	-	-
	50-60	-	-	-	-
	60-70	-	-	-	-
Lado B	0-10	24	12	9	45
	10-20	17	16	8	41
	20-30	6	4	6	16
	30-40	-	-	-	-
	40-50	-	-	-	-
	50-60	-	-	-	-
	60-70	-	-	-	-
<b>Microaspersão</b>					
Lado A (micro aspersor)	0-10	37	34	28	99
	10-20	43	38	18	99
	20-30	22	16	19	57
	30-40	13	21	16	50
	40-50	13	19	8	40
	50-60	5	6	3	14
	60-70	6	16	6	28
Lado B	0-10	7	4	3	14
	10-20	32	25	12	69
	20-30	28	18	12	58
	30-40	15	14	16	45
	40-50	16	7	11	34
	50-60	11	11	6	28
	60-70	13	4	4	21

( - ) raízes não identificadas nas fotografias

A frequência de raízes nos dois lados da planta na área de aspersão convencional apresentou grande semelhança. A explicação para esta situação pode ser relacionada com o fato de ambos lados receberem quantidades semelhantes de água, uma vez que neste sistema de irrigação, ela é distribuída de maneira mais uniforme sobre toda área. Já na área sob microaspersão, foi verificada uma superioridade do número de raízes no lado que coincide com a linha de aspersores (lado A), principalmente nas duas primeiras camadas avaliadas. Ao efeito da maior adição de água neste local como justificativa para o maior desenvolvimento de raízes, deve ser acrescentado a aplicação de fertilizantes via fertirrigação.

#### **4.1.3.2. Massa fresca de raízes**

A massa fresca total de raízes (finas, médias e grossas) segue a mesma tendência apresentada pelo número das mesmas, ou seja, sendo diagnosticada uma maior concentração próximo à superfície e um decréscimo acentuado com a profundidade e a distância do pseudocaulo (Quadro 7). Este comportamento concorda com as observações de PEDÓ (1986) e WILHELM et al. (1992) para diferentes culturas. Este tipo de distribuição de raízes está associado às condições mais favoráveis existentes nas camadas mais próximas à superfície do solo, onde a atividade biológica e a disponibilidade de água e nutrientes são máximas.

Assim como o observado para o número de raízes, enquanto na área irrigada por aspersão convencional não foi apreciada grande diferença entre lados da planta, na área sob microaspersão se observa uma distribuição diferencial que também proporciona valores de massa fresca de raízes favorecida no lado que recebe maior quantidade de água (lado A).

Quadro 7 - Massa fresca de raízes por lado (A e B) da planta, em função da profundidade e distância do pseudocaule em solo sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão

Profundidade	Massa de raízes (g)			Total <sup>(1)</sup>	
	Distância do pseudocaule (m)				
cm	0,05	0,35	0,50		
<b>Aspersão convencional</b>					
Lado A	0-10	199,75	93,71	79,32	<b>372,78</b>
	10-20	176,67	212,41	172,41	<b>561,49</b>
	20-30	43,24	66,74	107,36	<b>217,34</b>
	30-40	-	-	34,88	<b>34,38</b>
	40-50	-	-	12,8	<b>12,80</b>
	50-60	-	-	4,11	<b>4,11</b>
	60-70	-	-	4,36	<b>4,36</b>
	<b>Total<sup>(2)</sup></b>	<b>419,66</b>	<b>372,86</b>	<b>415,24</b>	
Lado B	0-10	237,52	124,35	124,66	<b>486,53</b>
	10-20	250,45	159,02	130,83	<b>540,30</b>
	20-30	264,49	52,73	124,93	<b>442,15</b>
	30-40	-	-	-	-
	40-50	-	-	-	-
	50-60	-	-	-	-
	60-70	-	-	-	-
	<b>Total<sup>(2)</sup></b>	<b>752,46</b>	<b>336,10</b>	<b>380,42</b>	
<b>Microaspersão</b>					
Lado A (micro aspersor)	0-10	269,58	138,88	61,42	<b>469,88</b>
	10-20	177,29	118,24	91,03	<b>386,56</b>
	20-30	79,32	57,03	67,27	<b>203,62</b>
	30-40	49,34	35,60	29,18	<b>114,12</b>
	40-50	36,76	28,29	31,56	<b>96,61</b>
	50-60	28,58	15,31	33,81	<b>77,70</b>
	60-70	16,13	10,94	16,91	<b>43,98</b>
	<b>Total<sup>(2)</sup></b>	<b>657,00</b>	<b>404,29</b>	<b>331,68</b>	
Lado B	0-10	82,93	31,95	81,97	<b>196,85</b>
	10-20	82,69	51,96	18,70	<b>153,35</b>
	20-30	49,65	54,81	26,98	<b>131,44</b>
	30-40	47,92	29,04	32,15	<b>109,11</b>
	40-50	46,71	16,54	26,89	<b>90,14</b>
	50-60	40,92	9,21	10,88	<b>61,01</b>
	60-70	25,3	17,88	10,56	<b>53,74</b>
	<b>Total<sup>(2)</sup></b>	<b>376,12</b>	<b>211,39</b>	<b>208,13</b>	

<sup>(1)</sup> considerando o total de raízes por profundidade amostrada e lado da planta; <sup>(2)</sup> total da massa seca por camada, em gramas, <sup>(3)</sup> considerando o total de raízes por distância lateral do pseudocaule e lado da planta; ( - ) ausência de raízes

Comparando-se os dois sistemas de irrigação avaliados e o somatório dos valores obtidos para os dois lados da planta, em termos de número de raízes (Quadro 6), a área irrigada com microaspersão apresenta superioridade sobre a área sob aspersão convencional, tendência que é invertida quando se considera a massa de raízes (Quadro 7). Tal fato pode ser atribuído à constante inferioridade do número de raízes observado no lado da planta que não recebe água de forma direta (lado B). Uma aplicação mais uniforme de água na área sob microaspersão provavelmente não causaria tal diferenciação entre lados da planta e, esta área por apresentar maior número apresentaria também maior massa de raízes.

#### 4.1.3.3. Massa seca de raízes

A distribuição percentual de raízes em termos de massa seca (Quadro 8) confirma a tendência até então apontada para outras características já avaliadas. O sistema radicular concentra-se próximo a superfície, situação verificada principalmente na área sob aspersão convencional, em que 75% da massa de raízes da planta encontram-se nos primeiros 20 cm de profundidade, enquanto que, na área irrigada por microaspersão, este percentual cai para 44%.

A maior penetração alcançada pelas raízes na área sob microaspersão (Fotos 8 a 10) é confirmada pelos dados aqui obtidos, em que mais de 50% da massa seca de raízes desta área se encontra a mais de 20 cm de profundidade.

Quadro 8 – Distribuição percentual da massa seca de raízes em função da profundidade do solo em áreas sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão

Profundidade (cm)	Aspersão convencional	Microaspersão
	----- % -----	
0-10	35	24
10-20	40	20
20-30	20	16
30-40	3	13
40-50	1	11
50-60	1	9
60-70	0	7

A massa seca de raízes alcançou maiores valores nas camadas até 20 cm de profundidade do solo, compreendendo 89%, 80% e 60%, da massa total avaliada em todas as profundidades para 0,15 m, 0,35 m e 0,50 m do pseudocaule da planta, respectivamente.

O desenvolvimento radicular vertical como estimado pela massa seca para raízes finas, médias e grossas obedecem um mesmo padrão de diminuição com a profundidade (Quadros 9, 10 e 11). Em se tratando da área irrigada por aspersão convencional, nos primeiros 30 cm do solo, concentram-se 98,5; 87,8 e 95,7% da massa seca de raízes finas, médias e grossas, respectivamente. Para a área sob microaspersão estes valores reduzem consideravelmente atingindo valores de 87,8; 49,9 e 58,4 %. A razão que justifique os dados observados pode ser novamente atribuída à disponibilidade diferencial de água nos dois sistemas avaliados, uma vez que sob microaspersão houve um aprofundamento maior de raízes (Figuras 8, 9 e 10).

Com relação à distância do pseudocaule, foi verificada um comportamento diferenciado dos valores de massa seca em função das classes de diâmetro de raízes avaliadas. Analisando os dados percentuais estabelecidos a cada distância do pseudocaule, verifica-se que, uma redução da massa seca de raízes com o aumento da distância do pseudocaule, somente ocorre para as raízes grossas (Quadro 11). No caso das raízes finas (Quadro 9) verifica-se uma redução de sua massa seca do pseudocaule até a distância intermediária avaliada (0,35 m), ocorrendo um incremento posterior desta propriedade na seguinte distância (0,5 m). Embora esta também seja a tendência geral percebida para as raízes médias (Quadro 10), no lado A da área sob aspersão convencional, observa-se um aumento da massa seca com o aumento da distância do pseudocaule, sem que qualquer explicação seja sugerida para explicar tal comportamento.

Considerando os dois lados da planta, uma vez mais foi verificada uma maior diferença entre A e B na área com irrigação por microaspersão, independentemente da classe de diâmetro avaliada. Desta maneira conclui-se que a massa seca de raízes também foi influenciada pela localização da aplicação da água, sendo pouco afetada quando a irrigação alcançou toda a área (aspersão convencional).

Quadro 9 - Massa seca de raízes finas por lado da planta, em solo sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão

Prof.	Massa seca de raízes							Total <sup>(2)</sup>
	Distância do pseudocaule (m)							
	0,05		0,35		0,50			
cm	g	% <sup>(1)</sup>	g	% <sup>(1)</sup>	g	% <sup>(1)</sup>		
<b>Aspersão convencional</b>								
Lado A	0-10	5,75	14,41	1,98	4,96	3,26	8,17	<b>10,99</b>
	10-20	1,62	4,06	2,56	6,40	2,46	6,16	<b>6,64</b>
	20-30	0,11	0,28	0,35	0,88	0,05	0,13	<b>0,51</b>
	30-40	-	-	-	-	0,09	0,23	<b>0,09</b>
	40-50	-	-	-	-	0,17	0,43	<b>0,17</b>
	50-60	-	-	-	-	0,16	0,40	<b>0,16</b>
	60-70	-	-	-	-	0,02	0,05	<b>0,02</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>18,74</b>		<b>12,24</b>		<b>15,56</b>	
Lado B	0-10	6,2	15,50	2,65	6,64	3,83	9,60	<b>7,48</b>
	10-20	1,74	4,36	2,56	6,41	1,93	4,84	<b>6,23</b>
	20-30	1,22	3,06	0,22	0,55	1,00	2,51	<b>2,40</b>
	30-40	-	-	-	-	-	-	
	40-50	-	-	-	-	-	-	
	50-60	-	-	-	-	-	-	
	60-70	-	-	-	-	-	-	
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>22,92</b>		<b>13,61</b>		<b>16,94</b>	
<b>Microaspersão</b>								
Lado A (micro aspersor)	0-10	5,4	23,19	0,42	1,80	5,59	24,00	<b>11,41</b>
	10-20	0,63	2,71	0,63	2,71	0,58	2,49	<b>1,84</b>
	20-30	0,19	0,82	0,07	0,30	0,15	0,64	<b>0,41</b>
	30-40	0,25	1,07	0,1	0,43	0,13	0,56	<b>0,48</b>
	40-50	0,08	0,34	0,11	0,47	0,12	0,52	<b>0,31</b>
	50-60	0,15	0,64	0,17	0,73	0,03	0,13	<b>0,35</b>
	60-70	0,16	0,69	-	-	0,1	0,43	<b>0,26</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>29,45</b>		<b>6,44</b>		<b>28,77</b>	
Lado B	0-10	1,84	7,90	0,96	4,12	2,47	10,61	<b>5,27</b>
	10-20	0,69	2,96	0,23	0,99	0,07	0,30	<b>0,99</b>
	20-30	0,11	0,47	0,11	0,47	0,32	1,37	<b>0,54</b>
	30-40	0,04	0,17	0,1	0,43	0,13	0,56	<b>0,27</b>
	40-50	0,15	0,64	0,18	0,77	0,17	0,73	<b>0,50</b>
	50-60	0,07	0,30	0,08	0,34	0,1	0,43	<b>0,25</b>
	60-70	0,14	0,60	0,09	0,39	0,18	0,77	<b>0,41</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>13,05</b>		<b>7,51</b>		<b>14,77</b>	

<sup>(1)</sup> considerando o total de raízes encontradas em cada sistema de irrigação; <sup>(2)</sup> total da massa seca por camada, em gramas, <sup>(3)</sup> total do percentual estabelecido a cada distância do pseudocaule para cada lado da planta; ( - ) ausência de raízes

Quadro 10 - Massa seca de raízes médias por lado da planta, em solo sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão

		Massa seca de raízes						
Prof.		Distância do pseudocaule (m)						Total <sup>(2)</sup>
cm		0,05		0,35		0,50		
		g	% <sup>(1)</sup>	g	% <sup>(1)</sup>	g	% <sup>(1)</sup>	
<b>Aspersão convencional</b>								
Lado A	0-10	5,24	6,06	5,21	6,03	5,44	6,29	<b>15,89</b>
	10-20	2,82	3,26	6,11	7,07	5,54	6,41	<b>14,47</b>
	20-30	0,08	0,09	2,23	2,58	4,47	5,17	<b>6,78</b>
	30-40	-	-	-	-	4,53	5,24	<b>4,53</b>
	40-50	-	-	-	-	2,09	2,42	<b>2,09</b>
	50-60	-	-	-	-	2,17	2,51	<b>2,17</b>
	60-70	-	-	-	-	2,06	2,38	<b>2,06</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>			<b>9,42</b>		<b>15,68</b>		<b>30,43</b>
Lado B	0-10	7,08	6,12	3,23	3,74	5,35	6,19	<b>15,66</b>
	10-20	6,74	5,83	2,84	3,29	5,67	6,56	<b>15,25</b>
	20-30	2,71	2,34	2,17	2,51	4,9	5,67	<b>9,78</b>
	30-40	-	-	-	-	-	-	
	40-50	-	-	-	-	-	-	
	50-60	-	-	-	-	-	-	
	60-70	-	-	-	-	-	-	
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>	<b>14,69</b>			<b>9,53</b>		<b>18,42</b>	
<b>Microaspersão</b>								
Lado A (micro aspersor)	0-10	2,78	12,43	0,35	1,56	2,32	10,37	<b>5,45</b>
	10-20	0,10	0,45	0,02	0,09	0,12	0,54	<b>0,24</b>
	20-30	2,05	9,16	0,18	0,80	0,15	0,67	<b>2,38</b>
	30-40	2,29	10,24	0,08	0,36	0,25	1,12	<b>2,62</b>
	40-50	2,23	9,97	0,05	0,22	0,27	1,21	<b>2,55</b>
	50-60	2,26	10,10	0,06	0,27	0,07	0,31	<b>2,29</b>
	60-70	2,17	9,70	0,06	0,27	0,26	1,16	<b>2,49</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>62,05</b>		<b>3,58</b>		<b>15,38</b>	
Lado B	0-10	0,17	0,76	0,2	0,89	2,54	11,35	<b>2,91</b>
	10-20	0,11	0,49	0,01	0,04	0,06	0,27	<b>0,18</b>
	20-30	0,04	0,18	0,11	0,49	0,06	0,27	<b>0,21</b>
	30-40	0,02	0,09	0,06	0,27	0,08	0,36	<b>0,37</b>
	40-50	0,03	0,13	0,05	0,22	0,12	0,54	<b>0,20</b>
	50-60	0,03	0,13	0,07	0,31	0,16	0,72	<b>0,26</b>
	60-70	0,18	0,80	0,01	0,04	0,14	0,63	<b>0,33</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>2,59</b>		<b>2,28</b>		<b>14,13</b>	

<sup>(1)</sup> considerando o total de raízes encontradas em cada sistema de irrigação; <sup>(2)</sup> total da massa seca por camada, em gramas, <sup>(3)</sup> total do percentual estabelecido a cada distância do pseudocaule para cada lado da planta; ( - ) ausência de raízes

Quadro 11 - Massa seca de raízes grossas por lado da planta, em solo sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão

Prof.	Massa seca de raízes							Total <sup>(2)</sup>
	Distância do pseudocaule (m)							
	0,05		0,35		0,50			
cm	g	% <sup>(1)</sup>	g	% <sup>(1)</sup>	g	% <sup>(1)</sup>		
<b>Aspersão convencional</b>								
Lado A	0-10	26,45	8,29	14,08	4,41	10,54	3,30	<b>51,07</b>
	10-20	24,31	7,62	26,00	8,15	13,76	4,31	<b>64,07</b>
	20-30	10,27	3,22	11,56	3,62	12,87	4,03	<b>34,70</b>
	30-40	-	-	-	-	9,38	2,94	<b>9,38</b>
	40-50	-	-	-	-	4,36	1,37	<b>4,36</b>
	50-60	-	-	-	-	0,01	0,00	<b>0,01</b>
	60-70	-	-	-	-	0,08	0,03	<b>0,08</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>19,13</b>		<b>16,18</b>		<b>15,98</b>	
Lado B	0-10	23,64	7,41	14,77	4,63	13,6	4,26	<b>52,01</b>
	10-20	30,75	9,64	23,32	7,31	14,79	4,64	<b>68,86</b>
	20-30	11,35	3,56	8,85	2,77	14,36	4,50	<b>34,56</b>
	30-40	-	-	-	-	-	-	
	40-50	-	-	-	-	-	-	
	50-60	-	-	-	-	-	-	
	60-70	-	-	-	-	-	-	
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>20,60</b>		<b>14,71</b>		<b>13,40</b>	
Lado A (micro aspersor)	0-10	33,46	7,19	24,44	5,25	10,65	2,29	<b>68,55</b>
	10-20	26,24	5,64	24,08	5,17	14,45	3,10	<b>64,77</b>
	20-30	14,07	3,02	19,28	4,14	13,73	2,95	<b>47,08</b>
	30-40	11,9	2,56	10,15	2,18	9,48	2,04	<b>31,53</b>
	40-50	10,54	2,26	9,51	2,04	9,72	2,09	<b>29,77</b>
	50-60	9,83	2,11	4,87	1,05	9,76	2,10	<b>24,46</b>
	60-70	4,97	1,07	4,55	0,98	4,84	1,04	<b>14,36</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>23,85</b>		<b>20,82</b>		<b>15,61</b>	
Lado B	0-10	15,18	3,26	9,51	2,04	4,24	0,91	<b>28,93</b>
	10-20	15,54	3,34	11,56	2,48	4,66	1,00	<b>31,76</b>
	20-30	11,51	2,47	10,35	2,22	9,08	1,95	<b>30,94</b>
	30-40	11,72	2,52	9,95	2,14	9,45	2,03	<b>31,12</b>
	40-50	10,85	2,33	5,05	1,09	8,96	1,93	<b>24,98</b>
	50-60	10,35	2,22	4,36	0,94	4,13	0,89	<b>18,84</b>
	60-70	9,04	1,94	5,18	1,11	4,19	0,90	<b>18,41</b>
	<b>Total<sup>(3)</sup></b>		<b>18,09</b>		<b>12,02</b>		<b>9,61</b>	

<sup>(1)</sup> considerando o total de raízes encontradas em cada sistema de irrigação; <sup>(2)</sup> total da massa seca por camada, em gramas, <sup>(3)</sup> total do percentual estabelecido a cada distância do pseudocaule para cada lado da planta; ( - ) ausência de raízes

Em termos de produção de raízes, o sistema de irrigação sob microaspersão superou o sistema de aspersão convencional. A massa seca produzida no primeiro alcançou 511,27 g, enquanto que no segundo foi de 401,82 g. Entretanto, o sistema por aspersão convencional apresentou maior massa de raízes finas e médias, as quais são consideradas as mais importantes no processo de absorção de água e nutrientes. Enquanto a distribuição da massa seca radicular no sistema convencional foi de 28,74; 88,68 e 284,40 g para raízes finas, médias e grossas, respectivamente, na área sob microaspersão atingiu valores de 23,29; 22,48 e 465,50 g. Este incremento da produção de raízes grossas possivelmente esteja relacionado ao maior crescimento em profundidade do sistema radicular na área sob microaspersão decorrente da má distribuição da água na superfície do solo. Uma vez que tais raízes estão associadas à penetração, tal necessidade de aprofundamento no perfil possibilitou o incremento da massa desta classe de diâmetro.

Na literatura é muito freqüente a expressão da distribuição de raízes em termos de massa seca por volume de solo (MELO IVO, 1999). Neste sentido as Figuras 11 e 12 foram confeccionadas com o objetivo de permitir a comparação dos dados aqui obtidos com os de outros trabalhos científicos, bem como facilitar a visualização do comportamento vertical e lateral das raízes da bananeira.

A distribuição do sistema radicular tanto em profundidade como em função da distância do pseudocaule confirma a tendência já apresentada neste trabalho de semelhança entre lados da planta na aspersão convencional e maior proporção de raízes no lado A para microaspersão, assim como da redução das raízes com a profundidade.

No que se refere especificamente à distribuição lateral (Figura 11), na área sob aspersão convencional foi apreciada maior quantidade de raízes finas e médias em comparação com a área irrigada por microaspersão, que por sua vez, exibiu maiores valores de raízes grossas que a primeira. O comportamento do sistema radicular da bananeira sob aspersão convencional exhibe um desenvolvimento similar e aparentemente bem distribuído nas distintas classes de diâmetro em ambos lados do pseudocaule.

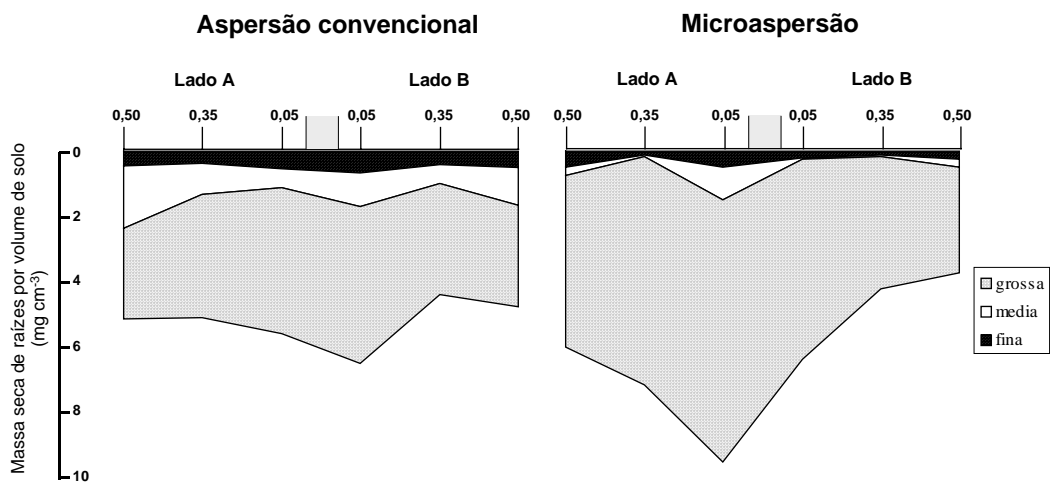


Figura 11 – Distribuição de massa seca de raízes por volume de solo em função da distância lateral do pseudocaule e do lado da planta amostrado

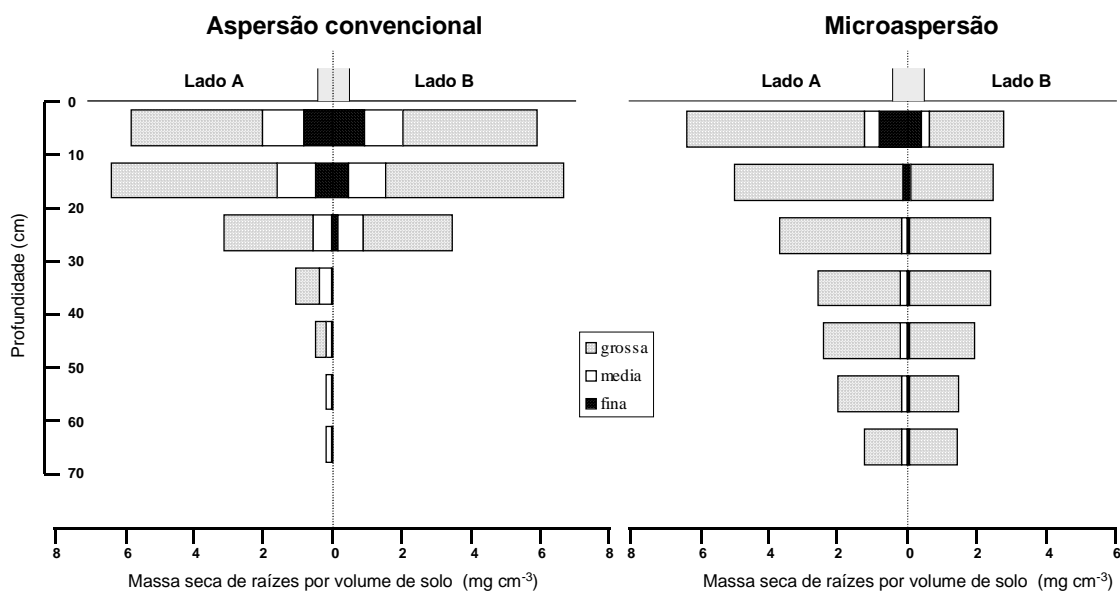


Figura 12 – Distribuição de massa seca de raízes por volume de solo em função da profundidade no perfil do solo e lado da planta amostrado

Por outro lado, na área sob microaspersão, foi verificado uma predominância de raízes grossas em detrimento às demais classes, em especial das raízes médias. A preponderância de raízes grossas, como indicado para massa seca tem relacionamento direto com a necessidade do aprofundamento do sistema radicular na busca de água que, neste sistema de irrigação, não é uniformemente distribuída sobre a área. O maior aprofundamento de raízes do lado A justifica-se por ser a posição que recebe maior volume de água e também nutrientes via fertirrigação. Tais condições permitem um maior desenvolvimento vertical que possibilite a exploração de um maior volume de solo pela planta com vista a um melhor suprimento de água, compensando assim a menor taxa de água que está ao alcance das raízes no lado B.

No que diz respeito à distribuição radicular com a profundidade, também é destacável a uniformidade de distribuição na área sob aspersão convencional contrastando com o deslocamento direcionado para o lado A na área sob microaspersão (Figura 12). A uniformidade em ambos os lados da planta no primeiro sistema ocorre basicamente nas três primeiras camadas avaliadas, onde também ocorre a concentração da quase totalidade das raízes. Na microaspersão novamente se observa a predominância das raízes grossas sobre as demais classes de diâmetro e a concentração, quase que absoluta, de raízes médias e finas até 10 cm de profundidade.

Comparando-se os dois sistemas de irrigação avaliados, conclui-se que a aspersão convencional induziu uma menor produção total de raízes e uma concentração superficial das mesmas. Já na área sob microaspersão a produção total de raízes foi maior, com um desenvolvimento mais proporcional ao longo do perfil do solo, mesmo que com tendência direcionada para o lado A da planta. Esta diferença de comportamento induzido pelo sistema de irrigação tem relacionamento direto com o balanço de água no solo, em especial nas camadas mais superficiais.

A falta de uma uniformidade espacial do sistema radicular na área sob microaspersão demonstra o efeito direto do sistema de irrigação sobre o crescimento e distribuição das raízes.

#### 4.1.3.4. Comprimento e área superficial de raízes

O comprimento de raízes finas e médias por volume de solo (Figura 13) apresenta um comportamento relativamente uniforme em ambos os lados da planta avaliada para os dois sistemas de irrigação estudados. A exceção desta tendência ocorre no sistema de aspersão convencional, a uma distância de 0,35 m do pseudocaule, em que o comprimento por volume no lado A é bem maior que o do B.

Existe uma superioridade do comprimento das raízes finas sobre as médias, o que garante uma maior exploração do volume do solo, com implicações diretas na aquisição de água e nutrientes, já que as primeiras são as principais responsáveis pela absorção destes elementos. Sua quase total ausência a profundidades maiores que 30 cm (Figura 14), além de estarem relacionadas às melhores condições encontradas nas camadas superficiais, ocorre pela falta de estímulos externos que justifiquem seu desenvolvimento vertical. Encontrando os nutrientes necessários em pequenas profundidades e havendo condições desfavoráveis em camadas mais profundas, como pH ácido, maior teor de  $Al^{3+}$  trocável e menor de  $Ca^{2+}$  (Quadros 4 e 5), estas raízes de menor diâmetro e maior capacidade de absorção irão concentrar-se em superfície.

Ainda em relação ao comportamento do comprimento por volume de solo, cabe destacar que não foi verificada uma distribuição diferencial entre lados da planta na área sob microaspersão (Figuras 13 e 14), como até então vinha sendo diagnosticado para as estimativas de massa fresca e seca. Como o comprimento por volume de solo somente foi efetuado nas raízes finas e médias, pode-se concluir que tal diferenciação provocada pela maior disponibilidade de água e nutrientes no lado A da planta afetou mais incisivamente às raízes grossas, conjunto que possuía maior massa. Desta maneira, os resultados obtidos sugerem que as menores classes de diâmetro são pouco afetadas pelo sistema de irrigação utilizado. Por outro lado, deve-se considerar também a deposição de resíduos da plantação no lado B do sistema sob microaspersão, o que pode contribuir ao incremento da retenção de umidade e à diminuição das perdas por evaporação, favorecendo assim o desenvolvimento de raízes de menor diâmetro próximo à superfície, com similaridade em relação ao lado da planta avaliado.

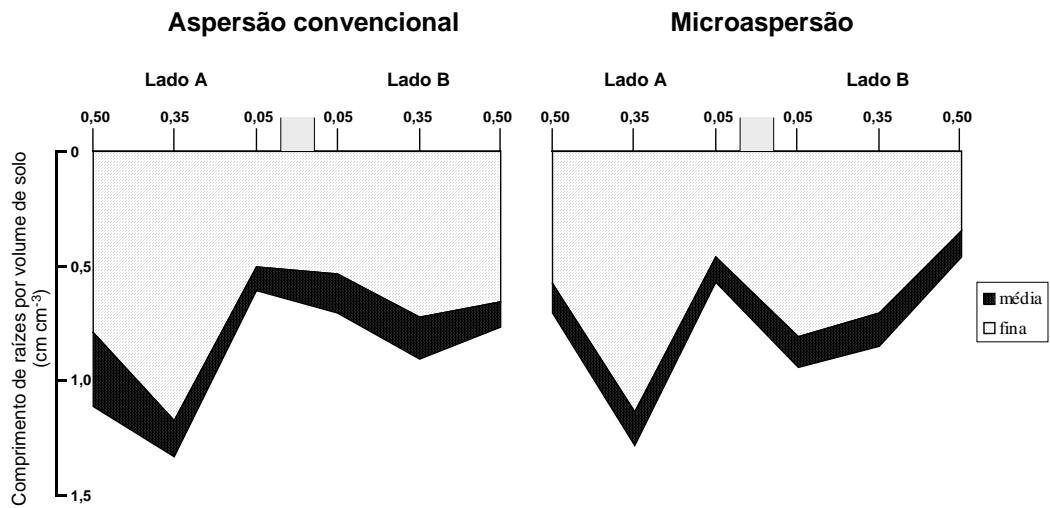


Figura 13 – Distribuição do comprimento de raízes por volume de solo em função da distância lateral do pseudocaule e do lado da planta amostrado

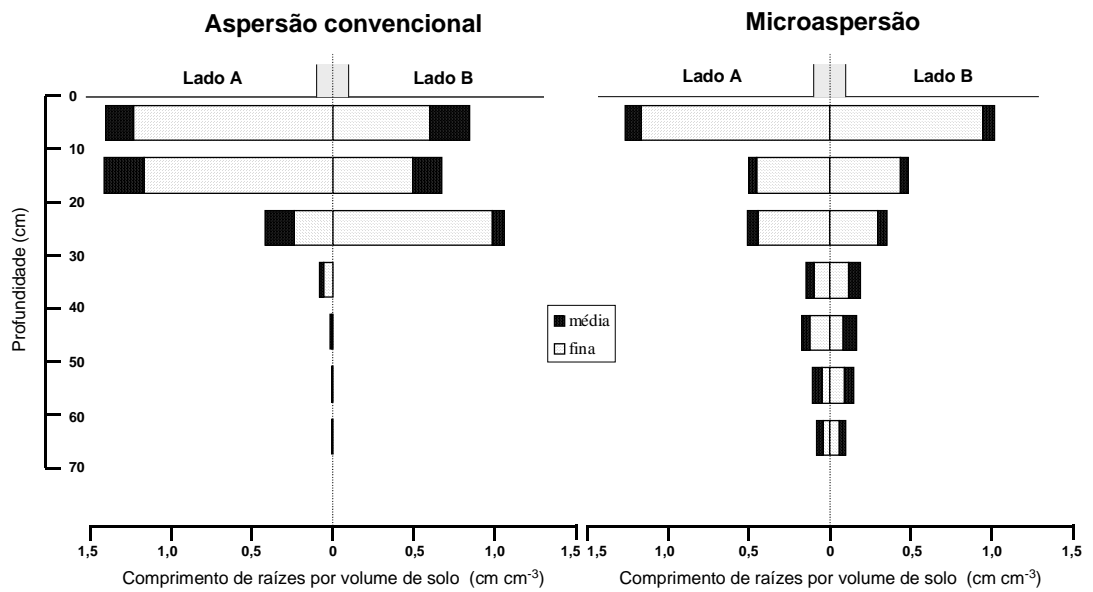


Figura 14 – Distribuição do comprimento de raízes por volume de solo em função da profundidade no perfil do solo e lado da planta amostrado

A presença de raízes finas em camadas mais profundas no sistema sob microaspersão é justificada pelo maior aprofundamento do sistema radicular observado nesta área, em especial das raízes grossas, as quais são o ponto de origem das classes de raízes de menor diâmetro.

Os valores de área superficial de raízes por volume de solo (Quadro 12) não seguem uma tendência clara em função do aumento da distância do pseudocaule, principalmente quando se considera as duas primeiras avaliações laterais até 35 cm. Com respeito ao comportamento desta estimativa em relação à profundidade do solo, a tendência de redução dos valores ocorre com maior frequência, embora também existam determinadas exceções. Da mesma maneira que para o comprimento de raízes por volume de solo, isto se deve a ausência nesta avaliação das raízes grossas, classe de diâmetro onde o referido comportamento foi mais expressivo. Esta ausência das raízes de maior diâmetro também pode ser sugerida como explicação a não observação de diferenças marcantes entre lados da planta na área irrigada com microaspersão.

De uma maneira geral, os valores de área por volume de solo de raízes finas foram superiores aos de raízes médias em ambos sistemas de irrigação, à exceção daqueles pontos onde foi verificada baixa ocorrência das finas ou estas estavam ausentes.

Os valores de área superficial de raízes são importantes indicadores da capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas, constituindo-se em estimativas comumente utilizadas nos estudos de sistemas radiculares. Os resultados aqui obtidos apresentam certa concordância com os obtidos por COSTA et al. (1999), que avaliando o desenvolvimento radicular de soja na linha de semeadura, observou valores que variavam de 39,6 a 55,6 mm<sup>2</sup> cm<sup>-3</sup> na camada de 0-5 cm de profundidade e, de 2,6 a 3,3 mm<sup>2</sup> cm<sup>-3</sup>, de 20-40 cm. Cabe destacar que os autores consideraram o conjunto total de raízes e não somente as finas e médias como efetuado neste trabalho.

Quadro 12 - Área superficial de raízes finas e médias por volume de solo em função da distância do pseudocaule e lado da planta, em solo sob irrigação por aspersão convencional e microaspersão

		Área superficial de raiz por volume de solo					
		Raízes finas			Raízes médias		
Prof.		Distância pseudocaule (m)			Distância pseudocaule (m)		
		0,05	0,35	0,50	0,05	0,35	0,50
cm		mm <sup>2</sup> cm <sup>-3</sup>					
		Aspersão convencional					
<b>Lado A</b>	0-10	0,563	0,461	0,660	0,222	0,228	0,275
	10-20	0,542	0,524	0,204	0,283	0,003	0,002
	20-30	0,893	0,688	0,630	0,060	0,002	0,003
	30-40			0,454			0,003
	40-50			0,060			
	50-60						0,001
	60-70			0,017			0,001
<b>Lado B</b>	00-10	0,231	0,460	0,446	0,528	0,004	0,003
	10-20	0,369	0,337	0,533	0,296	0,003	0,002
	20-30	0,127	0,091	0,299	0,448	0,001	0,003
	30-40					0,000	0,000
	40-50					0,000	0,000
	50-60					0,000	0,000
	60-70					0,000	0,000
		Microaspersão					
<b>Lado A</b>	0-10	0,634	0,488	0,426	0,315	0,004	0,001
	10-20	0,417	1,103	0,094	0,256	0,002	0,003
	20-30	0,651	0,557	0,285	0,170	0,003	0,002
	30-40	0,472	0,337	0,441	0,264	0,002	0,002
	40-50	0,370	0,268	0,374	0,283	0,003	0,003
	50-60		0,285	0,340	0,118	0,003	0,002
	60-70			0,419	0,176	0,001	0,001
<b>Lado B</b>	00-10	0,282	0,592	0,381	0,300	0,003	0,001
	10-20	0,405	0,193	0,328	0,058	0,003	0,003
	20-30	0,191	0,810	0,387	0,279	0,003	0,002
	30-40	0,324	0,242	0,169	0,223	0,003	0,002
	40-50	0,151	0,211	0,249	0,125	0,003	0,001
	50-60	0,201	0,194	0,155	0,316	0,002	0,002
	60-70	0,136	0,054	0,092	0,094	0,001	0,001

( - ) ausência de raízes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

- AUBERT, B. Étude préliminaire des phénomènes de transpiration chez le bananier. **Fruits**, v.23, n.7, p. 357-381, 1968.
- AVILAN, R.L.; MENESES, R.L.; SUCRE, R.E. Distribución radical del banano bajo diferentes sistemas de manejo de suelos. **Fruits**, v.37, n.2, p.103-110, 1982.
- BARBER, S. Growth requirements for nutrients in relation to demand at the root surface. In HARLEY, J.L.; RUSSEL, R.S. (Eds.) **The soil-root interface**. London: Academic Press, p.5-20, 1979.
- BARBER, S.A. Roots-past, present and future. In : **Proceedings, roots and plant nutrition conference**. Champaign, USA, p.19-29, 1992.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. Ed. Viçosa: UFV, 1996. 657p.
- BEUGNOON, M.; CHAMPION, J. Etude sur les racines du bananier. **Fruits**, v.21, p.309-327, 1966.
- BOJARA, K.M.; SING, R.N. Root activity of mango by radiotracer technique using P<sup>32</sup>. **Indian J. Agric. Sci**, v.44, n.4, p.175-180, 1974.
- CALHEIROS, R.O. Sistema radicular de quatro culturas em solo Gleic pouco húmico da região de Londrina. **R. Bras. Ci. Solo**, v.16, p.299-307, 1992.
- CHAMPION, J.; SISOUSSARAM, D. L'enracinement du bananier dans les conditions de la station de Neufchâteau (Guadeloupe), **Fruits**, v.25, p.847-859, 1970.
- COSTA, E.L.; MAENO, P.; ALBUQUERQUE, P.E.P. Irrigação da bananeira. **Inf. Agrop.**, Belo Horizonte, v.20, n.196, p.67-72, 1999.
- COSTA, A.; ROSOLEN, C.A.; TORRES, H. Distribuição de raízes de leguminosas em função de alterações químicas e físicas em solos do Paraná. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E ESTUDO DE CASOS. **Anais...** Aracajú-SE: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 1999. p.191-202.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 306p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento**

- exploratório-reconhecimento de solos do norte de Minas Gerais** (Área de atuação da SUDENE). Recife, 1979. 407p. (Boletim Técnico, 36).
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste**. CPATSA, CNPS - Coordenadoria Regional Nordeste. v.2, n.8, 1993. 387p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Métodos de análise de solo**. Ministério da Agricultura e do abastecimento: Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária. **SIARCS 3.0 Manual do Usuário**. São Paulo, 1998. 30p.
- EPAMIG. Levantamento de reconhecimento com detalhes de solos do distrito agroindustrial de Jaíba - Minas Gerais. Belo Horizonte, 1976. 242p. (Boletim Técnico, 54).
- FAO **Datos agrícolas de FAOSTAT: producción de banana**. (Disponível site FAO: URL: <http://www.apps.fao.org.8080/servlet/xteServelet>). Consultado em (01/03/2000), 2000b.
- FRATE Jr. L.; REICHARDT, K.; JORGE, L.A.C.; BACCHI, O.O.S. Distribuição do sistema radicular de uma cultura de aveia forrageira. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1091-1100, 1999.
- FORD, H. Eight year of root injury from water table fluctuations. **The citrus industry**, v.56, n.6), p.10-16, 1973.
- GABLE, A. Soil aeration and plants growth. **Advances in Agronomy**. v.18, p.57-106, 1966.
- GLINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Florida, 1990. 250p.
- GODEFROY, J. Le développement des racines du bananier dans divers sols: relation avec la fertilité. **Fruits**, v.24, n.2, p.101-104, 1969.
- GOODE, J.E.; HIGGS, K.H.; HYRYCZ, K.J. Trickle irrigation of apple trees and the effect of liquid feeding with NO<sup>3</sup> and K<sup>+</sup> compared with normal manuring. **J. Hort. Sci.**, v.53, p.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.**, v.45, p.379-391, 1970.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, 1972
- JORGE, L.A.C.; MEDINA, C.C.; RALISCH, R.; BRINHOLI, O.; SAAB, O.A.; CRESTANA, S. Estudo do perfil de enraizamento de uma cultura de cana-de-açúcar através do “ SIARCS”, com filmagens a diferentes distâncias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: SBCS, p.2084-2086, 1995.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo, Ceres, 1979. 264p.
- KONG, L. Effect of soil compaction on the growth of young cane pant. **Soil and fertilized in Taiwan**. 75 pg., 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**. v.38, n.5, p.790-810, 1968.
- LASSOUDIÈRE, A.L. Croissana du racines du bananier. **Fruits**, v.26, n.7/8, p.501-512, 1971.
- LASSOUDIÈRE, A.L. Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier "Poyo" en Côte D'Ivoire. 2<sup>e</sup> Partie. Le système radical. **Fruits**, v.33, n.5, p.314-338, 1978.
- LAVIGNE, C. Contribution a l'étude du système racinaire du bananier . Mise au point de rhizotrons et premier résultats. **Fruits**, v.42, p.265-271, 1987.
- LIMA, C.A.S., MEIRELES, M.L. Irrigação da bananeira. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.12, n.133, p.61-64, 1986.
- MANTOVANI, E.C., ALMEIDA, F.T.; SOARES, A.A.; RAMOS, M.M.; MAENO, P. Irrigação pressurizada na cultura da banana no Projeto Gorutuba II: Uniformidade de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. CD-ROM.
- MEDEIROS, L.A.R. **Caracterização e gênese de solos derivados de calcário e de sedimentos terciários da região da Jaíba, norte de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1977. 107p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, 1977.
- MEDINA, C. J. Cultura In: **Banana**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1985.
- MENEGUCCI. L.P.; RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; OLIVEIRA, L.A. Poda da última penca do cacho da Prata Anã e seus efeitos na produtividade e qualidade dos frutos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 4, 1998, Campo Grande- MS. **Anais...** Campo Grande-MS: 1997.
- MELLO IVO, W. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo de tabuleiro costeiro.In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E ESTUDO DE CASOS, 1999, Aracaju-SE. **Anais...** Aracajú-SE: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros,1999. p.101-113.
- MITCHELL, R.L.; RUSSEL, W.J. Root development and rooting patterns of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) evaluated under field conditions. **Agronomy Journal**, v.63, p.313-316, 1971.
- MOREIRA, R.S. **Banana: Teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação CARGILL, 1987.345p.
- MOREAU, R. ; BOURDELLÈS, A.C.. Étude du système racinaire du bananier "Gros Michel" en Équateur. **Fruits**, v.18,n.2, p.71-74, 1963.
- BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p.148.
- OLITTA, A.F.L. **Os métodos de Irrigação**. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: Nobel, 1984. 267p.
- PEARSON, R.W. Significance of rooting pattern to crop production and some problems of root research. In: CARSON, E.W. **The plant root and environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, 1971. p.247-267.

- PEDÓ, F. **Rendimento e distribuição de raízes de seis espécies de plantas em dois níveis de compactação do solo.** Porto Alegre, RS: UFRGS, 1986. 92p. Dissertação. (Mestrado em Solos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1986.
- PROJETO JAÍBA. [27/06/2000]. (<http://www.dijaiba.cjb.net>).
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.** Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.445.
- ROJAS, A. J.A. **Distribuição do sistema radicular de mangueiras (*Mangifera indica*) em Latossolo** Piracicaba, SP: ESALQ, 1989. 58p. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1989.
- ROSSI, G.; MUNDSTOCK, C.M. Desenvolvimento do sistema radicular, rendimento e componentes do rendimento do milho (*Zea mays* L.) sob diferentes níveis de drenagem do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.4, p.1-4, 1980.
- ROWER, R.; BEARDSELL, D. Waterlogging of fruit tree. **Horticultural Abstracts**. v.43, n.9, p.533–548 1973.
- WILHELM, W.M.; MIELKE, L.N; FENST, C.R. Root development of winter wheat as related to tillage practice in Western Nebraska. **Agronomy Journal**. v.74: p. 85-88,1992.
- YANG, C. Soil hardness in relation to root growth in sugar cane. **Soil and Fertilizer in Taiwan**, v.27, p.18-19, 1970.