

## **EFEITOS DA FERTIRRIGAÇÃO DE N E K<sub>2</sub>O NA DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DA GRAVIOLEIRA**

**Waleska Martins Eloi**

Instituto Centro de Ensino Tecnológico, Rua Silva Jardim 515, CEP 60040-260, Fortaleza, CE Fone: (19) 3432-4205 E-mail: wmeloi@esalq.usp.br

**Thales Vinícius de Araújo Viana**

Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. CEP 60455-760. Fone: (85) 3288-9766 E-mail: thales@ufc.br

**Valdemício Ferreira de Sousa**

Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias 5650, Teresina, PI. Fone: (86) 225-1141 E-mail: vfsousa@cpamn.embrapa.br;

**Aderson Soares de Andrade Júnior**

Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias 5650, Teresina, PI. Fone: (86) 225-1141 E-mail: aderson@cpamn.embrapa.br;

**Benito Moreira de Azevedo**

Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. CEP 60455-760. Fone: (85) 3288-9766

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas através da água de irrigação por microaspersão na distribuição horizontal e vertical do sistema radicular da gravioleira (*Annona muricata* L.), através de imagens digitalizadas. O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Meio - Norte, em Teresina - PI (05° 05' S e 42° 48' W). Os tratamentos consistiram da combinação de cinco doses de nitrogênio (20, 120, 200, 280 e 380 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) com cinco doses de potássio (30, 180, 300, 420 e 570 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), além da testemunha, aplicadas a cada quinze dias. A quantificação do comprimento de raízes foi realizada utilizando-se o software SIARCS e os resultados foram analisados através de gráficos. As maiores concentrações de raízes em relação à distância horizontal ocorreram dentro da projeção da copa e com relação à profundidade a maior concentração ocorreu na camada superficial. O tratamento cujas doses foram 380 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N e 420 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O apresentou o melhor perfil vertical de distribuição radicular e verificou-se também que doses elevadas de potássio inibiram o desenvolvimento radicular.

**Palavras Chaves:** fertirrigação, *Annona muricata* L., raiz.

## **FERTIRRIGATION EFFECTS OF N AND K<sub>2</sub>O ON DISTRIBUTION OF THE SYSTEM ROOT OF SOURSOP**

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the effect of different doses of nitrogen and potassium applied through the irrigation water by micro-sprinkler in the space distribution of the root system of the soursop (*Annona muricata* L.), through digital images. The study was conducted at the experimental field of Embrapa - North, in Teresina - PI (05th 05' S and 42 and 48' W). The treatments consisted of the combination of five doses of nitrogen (20, 120, 200, 280 and 380 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) with five potassium doses (30, 180, 300, 420 and 570 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), besides the witness, applied every fifteen days. The evaluation of the length of roots was accomplished being used the software SIARCS and the results were analyzed through graphs of contour and columns. The largest concentrations of roots in relation to horizontal distance happened inside of the projection of the cup. The treatment whose doses of N and K<sub>2</sub>O were 380 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N and 420 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O it presented the best vertical profile of root distribution and it was also verified that dose high of potassium they inhibit the root development.

**Words Keys:** fertilization, *Annona muricata* L., root.

### **INTRODUÇÃO**

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma das fruteiras tropicais de relevante importância econômica para a fruticultura do Nordeste,

apresentando uma demanda cada vez mais crescente, tanto para o consumo in natura como para a industrialização de sua polpa sob forma de sucos, concentrados e gelados (CALZAVARA &

MÜLLER, 1987). A comercialização da graviola se destaca pelo fato desta apresentar excelente rentabilidade, boa aceitação e uma oferta escassa. A demanda do fruto, tanto no mercado interno quanto no externo, tem motivado produtores, principalmente do Nordeste, a promoverem o cultivo racional da gravioleira. A expansão das áreas cultivadas fica limitada às necessidades de tecnologias de manejo de água e nutrientes, de modo a, proporcionar o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos para melhor competir nos mercados nacional e internacional.

A utilização adequada de água em cultivos irrigados tem condicionado aos produtores a garantia da produção; todavia, a maximização dos recursos naturais e o aumento da produtividade não são obtidos apenas com o fornecimento de água às culturas. A elevação dos níveis de fertilidade do solo é também muito importante para o desenvolvimento e produção das plantas. Nos últimos anos, a forma tradicional de aplicação de fertilizantes nas culturas vem sendo substituída pela fertirrigação, que permite a aplicação de fertilizantes simultaneamente com a água de irrigação.

De acordo com BASSOI (1998), uma irrigação correta é aquela em que o solo é umedecido até a sua capacidade máxima de armazenamento de água em toda a sua zona radicular ou até a profundidade em que grande parte das raízes se encontra. O intervalo de tempo entre as irrigações e a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação para uma cultura dependem, entre outros, da capacidade de retenção de água do solo e da profundidade de enraizamento das plantas.

Na maioria das recomendações de adubação da gravioleira se empregam formulações onde os elementos que entram em maior quantidade são o fósforo e o potássio, contudo, os dados obtidos por Araque (1964) e Avilán *et al.* (1981) mostram que o elemento mais exportado durante a colheita é o nitrogênio seguido pelo potássio. Assim, as recomendações de adubação devem levar em consideração esse fato e, portanto, recomenda-se aumentar a proporção do nitrogênio na formulação. A nutrição mineral é de relevante importância quando se pensa em uma agricultura rentável, onde o manejo adequado dos nutrientes contribui positivamente para um aumento da produção, mantendo um equilíbrio sustentável com o ambiente. Os suprimentos de nutrientes e de água, a densidade do solo, a aeração, a temperatura e a textura do

solo, bem como suas interações, influenciam o crescimento das plantas. Em conseqüência, diferentes quantidades e/ou condições desses fatores implicam em alterações na produtividade das culturas. A fertirrigação é uma técnica que vem crescendo, principalmente em virtude da economia de fertilizantes, da redução da mão de obra, da melhor uniformidade de distribuição, entre outros fatores. Mas, apesar desse crescente uso, o manejo dessa técnica é realizado, na maioria das vezes, de maneira empírica. O parcelamento da aplicação de nutrientes, principalmente do nitrogênio e do potássio, que se perdem com mais facilidade por lixiviação, é uma das principais práticas que devem ser empregadas na fertirrigação (SOUSA, 1993).

Uma das maneiras de se obter um maior embasamento técnico-científico para a fertirrigação é através do conhecimento do sistema radicular da planta e de suas interrelações com a água e com os nutrientes do solo. Por isso, é necessário conhecer o desenvolvimento, a distribuição e a atividade de absorção promovida pelas raízes das plantas. Segundo Tinker (1981), existe uma relação direta, positiva e estreita entre o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o volume da copa e a produção agrícola. Embora o desenvolvimento do sistema radicular dependa principalmente de fatores genéticos da planta, certas limitações do solo podem inibi-lo, reduzindo o volume de raízes e, conseqüentemente, o volume de solo explorado, afetando o crescimento e o desenvolvimento da planta e a produção agrícola.

As avaliações do sistema radicular de uma cultura podem ser consideradas como fundamental no diagnóstico de sistemas de manejo que visam a otimização da produtividade agrícola. A distribuição de 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 (FANTE JÚNIOR *et al.*, 1999). De acordo com Bohm (1979), estudos sobre crescimento radicular devem ser feitos a partir da avaliação das características das raízes, como massa, comprimento e área, no tempo e no espaço, em conjunto com os fatores que influenciam a distribuição do sistema radicular, como densidade e porosidade do solo, água e ar disponíveis no solo, nutrientes e pH, dentre outros fatores.

Vários são os métodos para avaliar a distribuição do sistema radicular no perfil do solo. Com o avanço da informática, novas

metodologias foram propostas, apresentando menores custos, maior precisão e menor tempo de análises, dentre as quais se destaca o método de imagens digitalizadas desenvolvido por Crestana *et al.* (1994) e utilizado com sucesso por Santos (1997), Fante Júnior *et al.* (1999) e Machado & Coelho (2000) na avaliação de raízes de mangueira, aveia e lima ácida tahiti, respectivamente.

Objetivou-se com este trabalho, estudar o efeito de diferentes dosagens de nitrogênio e potássio aplicados via água de irrigação por microaspersão sobre a distribuição vertical e horizontal do sistema radicular da gravioleira, utilizando-se a técnica auxiliada por imagens digitalizadas.

**MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio foi instalado no campo experimental da Embrapa Meio – Norte, em Teresina - PI (05° 05' S; 42° 48' W e 74,4 m de altitude). A região apresenta uma precipitação média anual de 1.300 mm, com média anual de temperatura do ar de 27,9 °C, umidade relativa do ar média anual de 69,2% e com demanda evaporativa de 4,6 mm dia<sup>-1</sup> (BASTOS & ANDRADE JÚNIOR, 2000).

O solo da área é um franco arenoso, sendo classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como Latossolo Vermelho Amarelo. A calagem e as adubações de fundação e de cobertura foram realizadas com base na análise de solo (Tabela 1).

foram dois. Os tratamentos consistiram de cinco doses de nitrogênio combinadas com cinco doses de potássio e a testemunha (Tabela 2), totalizando 11 tratamentos distribuídos aleatoriamente.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com emissores autocompensantes, em número de um instalado ao lado de cada planta, vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, operando a uma pressão de serviço de 200 kPa. A quantidade de água aplicada foi determinada com base na evapotranspiração de referência estimada pelo tanque Classe A e o coeficiente médio da cultura (Kc). Para a aplicação de água foi estabelecida uma frequência de irrigação diária, mas sempre observando o potencial mátrico, medido em tensiômetros instalados junto às plantas, nas profundidades de 0,20 e 0,60 m.

Para o adequado fornecimento de água e aplicação dos tratamentos com doses de nitrogênio e potássio, dimensionou-se e instalou-se o sistema de irrigação/fertirrigação com onze linhas laterais, de tal maneira a permitir a aplicação de água e fertilizantes de forma independente. As adubações com nitrogênio e potássio foram feitas pela água de irrigação, na frequência de aplicação de 15 dias, definidas segundo os tratamentos estabelecidos, nas formas de uréia e cloreto de potássio.

Realizaram-se coletas de dados em 11 plantas, sendo uma de cada tratamento, sem repetição. A avaliação das raízes foi realizada por

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental

Camadas m	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	CTC	V	m
	g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>								%	
0-0,20	6,21	4,66	4,67	0,05	0,7	0,7	0,03	0,2	2,81	1,48	4,28	34,48	11,93
0,20-0,40	15,52	3,98	0,45	0,04	0,2	0,4	0,03	1,5	4,13	0,67	4,79	13,91	69,24

\* Matéria orgânica (MO), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Alumínio (Al), Alumínio e Hidrogênio (Al + H), Soma de bases (S), Capacidade de troca de cátions (CTC), Saturação por bases (V) e Saturação por

As covas foram abertas nas dimensões de 0,60 x 0,60 x 0,60 m e no espaçamento de 6,0 x 5,0 m, a área total utilizada para implantação do experimento foi de 0,09 ha. As mudas de gravioleira tipo B, pé franco, foram plantadas no dia 06 de junho de 2000 e os dados coletados até 14 de dezembro de 2002.

A distribuição dos tratamentos foi feita de acordo com a matriz Plan Plueba III com 2<sup>k</sup>+2k+2 tratamentos, sendo k o número de fatores em estudo, que no presente trabalho

meio do SIARCS (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo), programa de análise e processamento de imagens digitais provenientes de trabalhos relacionados com solos, desenvolvido pela Embrapa/CNPDIA (CRESTANA *et al.*, 1994), o qual permite avaliar a distribuição do sistema radicular quanto à porcentagem de área e comprimento de raízes.

Para proceder à avaliação da distribuição de raízes, foram abertas trincheiras nas dimensões de 1,0 m de profundidade, 1,25 m de

Tabela 2 - Doses de N e K<sub>2</sub>O distribuídas por tratamento, em gravioleira

Nutrientes	Tratamentos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	0	20	20	120	120	120	200	280	280	280	380
K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	0	30	180	30	180	420	300	180	420	570	420

comprimento (a partir do caule da planta na direção da linha de plantio da cultura) e 1,50 m do caule da planta na direção da entrelinha, a partir de 0,30 m do caule da planta. Após a abertura das trincheiras, procedeu-se a limpeza e o preparo das raízes, da seguinte forma:

a) exposição das raízes com auxílio de espátula de unha e por meio da lavagem do solo com água sob pressão (pulverizador costal);

b) pintura das raízes com tinta “spray” branca, visando um bom contraste entre as raízes e o

programa.

As etapas de processamento da imagem no SIARCS consiste em: i) determinar a área de interesse da imagem; ii) selecionar as raízes com o auxílio do filtro de cores; iii) fazer os retoques com o auxílio do pincel; iv) binarização das raízes do resto da imagem, gerando uma imagem binária que consiste na transformação dos 256 tons em apenas dois (preto e branco), podendo-se obter nessa etapa o valor de área de raízes e v) afinamento das raízes para o processamento do

Tabela 3 - Valores de densidade do solo (kg m<sup>3</sup>) da área experimental para o estudo do sistema radicular da gravioleira.

Tratamentos*	Profundidade (m)			
	0 - 0,25	0,25 - 0,50	0,50 - 0,75	0,75 - 1,00
1	1.350	1.310	1.240	1.260
2	1.510	1.380	1.370	1.340
3	1.320	1.250	1.270	1.260
4	1.340	1.290	1.250	1.380
5	1.340	1.220	1.240	1.300
6	1.420	1.350	1.280	1.290
7	1.400	1.270	1.250	1.260
8	1.360	1.330	1.320	1.350
9	1.360	1.350	1.320	1.300
10	1.340	1.230	1.280	1.300
11	1.290	1.230	1.280	1.250

\* Conforme descritos na Tabela 2.

solo;

c) delimitação do perfil do solo com o auxílio de um sistema reticulado, feito com madeira e barbante, nas dimensões de 1,25 m de comprimento e 1,00 m de altura, com quadrículas de 0,25 x 0,25 m numeradas.

As imagens obtidas de cada quadrícula foram gravadas no formato aceito pelo SIARCS (bitmap do Windows, convertendo-as para 256 cores - 8 bits). Após a aquisição e conversão das imagens no formato requerido pelo programa, processaram-nas utilizando-se o referido

comprimento das mesmas.

Para este trabalho, utilizaram-se apenas os resultados de comprimento de raízes e não os de área, pois de acordo com Weller (1971), a representação da quantidade de raízes, através do comprimento, expressa uma idéia melhor da distribuição do sistema radicular da cultura. O comprimento, ao contrário da massa, expressa melhor a ocorrência de raízes finas, mais importantes na absorção de água e nutrientes.

Os resultados obtidos nas imagens digitais foram apresentados em gráficos, de modo a

Tabela 2. Número de plantas aptas à enxertia (PAE) e percentagem de pegamento do enxerto (PPE) aos 25 e 50 dias após a enxertia (DAE) e as respectivas equações de regressão significativas, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).

CEa	PAE		PPE	
	%	25 DAE	50 DAE	
S <sub>1</sub> (0,50 dS m <sup>-1</sup> )	100	95,9567	80,8167	
S <sub>2</sub> (1,50 dS m <sup>-1</sup> )	100	100,0000	81,0433	
S <sub>3</sub> (2,50 dS m <sup>-1</sup> )	100	98,1467	83,3300	
S <sub>4</sub> (3,50 dS m <sup>-1</sup> )	100	89,0833	81,7733	
S <sub>5</sub> (4,50 dS m <sup>-1</sup> )	100	87,0333	81,4800	
S <sub>6</sub> (5,50 dS m <sup>-1</sup> )	100	84,1510	81,3067	

Equações de regressão:  
PPE<sub>25DAE</sub>:  $Y = -3,0569 \text{ CEa} + 101,57$  ( $R^2 = 0,7740^{**}$ )  
PPE<sub>50DAE</sub>:  $Y = 0,063 \text{ CEa} + 81,436$  ( $R^2 = 0,0172^{ns}$ )

facilitar a interpretação dos dados obtidos. O desenvolvimento do sistema radicular da gravioleira foi analisado pela distribuição de raízes, com base no tratamento que apresentou maior quantidade de raízes.

Foram realizadas coletas de amostras de solo deformadas, nas profundidades estudadas, sendo uma amostra por profundidade em cada trincheira, para a determinação da densidade do solo em laboratório (Tabela 3), a fim de se verificar se os resultados obtidos da distribuição do sistema radicular, realmente foram devidos aos efeitos dos tratamentos utilizados, ou poderiam estar sofrendo influência daquele fator.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Distribuição percentual de raízes em relação à distância horizontal do caule da gravioleira

A quantificação da distribuição horizontal é de grande importância, pois possibilita a identificação da posição onde devem-se retirar amostras de solo para análises, bem como o melhor local para a instalação de instrumentos, visando o manejo da irrigação e da fertirrigação e direcionamento da aplicação de água e fertilizantes.

Pode-se observar na Figura 1 que os tratamentos 7 (200 kg de N planta<sup>-1</sup> e 300 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>), 8 (280 kg de N planta<sup>-1</sup> e 180 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>) e 11 (380 kg de N planta<sup>-1</sup> e 420 kg de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>) apresentaram a maior redução do desenvolvimento radicular à medida que se distanciava do caule da gravioleira, conseqüentemente, nestes tratamentos o maior volume de raiz concentrou-se em um raio médio de 0,25 m da planta, os valores reduzidos de um destes macronutrientes aliado a grande desproporção no total aplicado entre eles pode ter proporcionado a ocorrência de um desequilíbrio

nutricional afetando o desenvolvimento radicular. Os tratamentos 4, 5, 9 e 10 foram os que apresentaram uma melhor distribuição das raízes em relação à distância horizontal.

As menores percentagens de raízes para a distância horizontal de 1,00 m a 1,25 m foram observadas nos tratamentos 1, 7 e 8. As maiores concentrações de raízes localizaram-se numa faixa entre 0,075 m. Este comportamento pode estar relacionado com o perfil de distribuição de água e fertilizantes pelos microaspersores, uma vez que existe uma tendência do sistema radicular se concentrar em condições de melhor fertilidade (COUNTANCEAU, 1971 e SOUSA *et al.*, 2002). Concordando com REICHARDT (1985) e PRIMAVESI (1984), quando discorre que na solução do solo os nutrientes movimentam-se para as raízes, por difusão ou transporte de massa, ou então, as raízes crescem em direção aos locais de concentração de nutrientes, promovendo a interceptação radicular.

Segundo PRIMAVESI (1984) para cada espécie existe uma proporção de nutrientes que lhe é adequada. Em todos os equilíbrios que são característicos as espécies, não importa a quantidade do nutriente em si, mas sua proporção com seus antagonistas. Podem-se elevar os níveis das proporções, mas não se pode elevar um ou outro componente de uma proporção, destruindo-a. O comportamento apresentado pelos tratamentos associados aos comentários feitos leva a crer que em alguns casos as proporções aplicadas causaram um desequilíbrio entre nutrientes ou esses foram insuficientes para um melhor desenvolvimento do sistema radicular.

De maneira geral a quantidade de raízes diminuiu com o aumento da distância do caule, concordando com os resultados obtidos por AVILÁN *et al.* (1982) e PACE & ARAÚJO

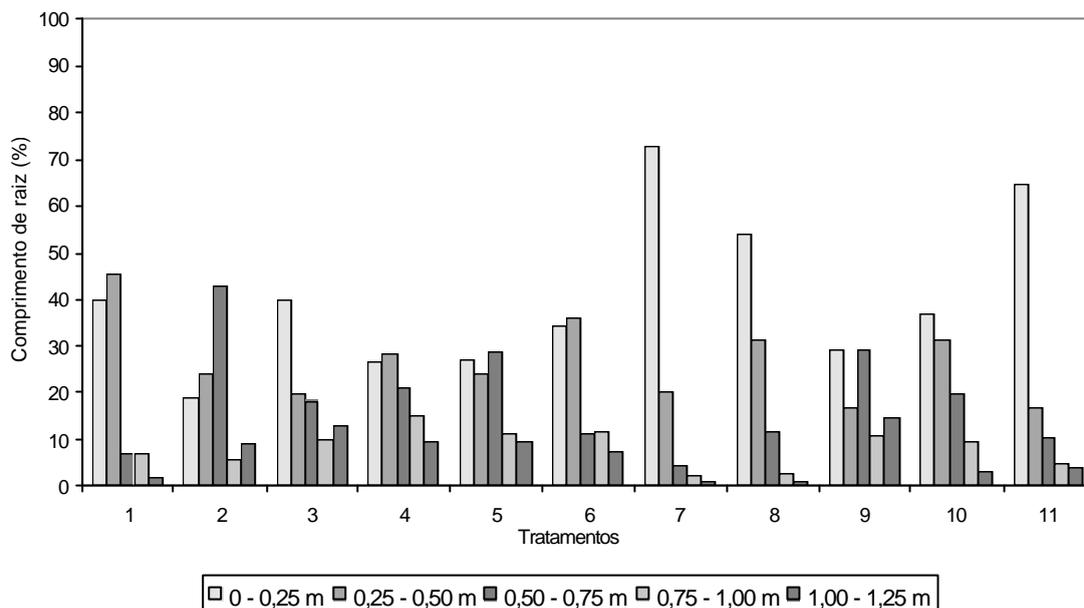


Figura 01 - Efeitos dos tratamentos na distribuição percentual do comprimento das raízes de gravioleira em relação à distância horizontal.

(1986), os quais detectaram maior concentração de raízes na projeção da copa das árvores, diminuindo em relação à distância do caule.

#### Distribuição acumulada de raízes em relação à distância vertical da superfície do solo

A distribuição acumulada de raízes permite avaliar a que profundidade encontra-se a maior atividade radicular. BERNADO (1982) e ARRUDA (1989) definem a profundidade efetiva das raízes como sendo a profundidade a partir da superfície do solo onde se localizam pelos menos 80% do total de raízes. As análises deste trabalho tomaram como base esta afirmativa. Para os tratamentos 2, 3, 4, 7 e 8 (Figura 02), verifica-se que 80% das raízes da gravioleira encontraram-se distribuídas numa camada mais superficial, com a profundidade efetiva das raízes variando entre 0,23 m e 0,24 m. Isso pode ser atribuído ao maior acúmulo de nutrientes, principalmente K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup>, caracterizando baixa perda destes por lixiviação.

Com relação aos tratamentos 1, 5, 6 e 9, este percentual foi constatado em profundidade entre 0,31 m e 0,36 m. Para os tratamentos 10 (280 kg de N planta-1 e 570 kg de K<sub>2</sub>O planta-1) e 11 (380 kg de N planta-1 e 420 kg de K<sub>2</sub>O planta-1) 80% das raízes encontraram-se concentradas nas camadas de 0-0,43 m e 0-0,44 m, respectivamente (Figura 3).

Provavelmente, isto ocorreu devido a maior

disponibilidade de água e nutrientes nessa camada proporcionando um melhor desenvolvimento das raízes nessas profundidades onde a absorção era facilitada. As combinações das duas maiores dosagens de nitrogênio com as duas maiores dosagens de potássio (tratamentos 10 e 11) foram as que proporcionaram maiores desenvolvimentos radiculares em profundidade. A maior aplicação de nutrientes possibilitou o deslocamento dos mesmos para maiores profundidades do solo e, conseqüentemente, o desenvolvimento do sistema radicular. Este é um efeito positivo, pois segundo HERNADEZ (2003), quanto maior a profundidade do sistema radicular, melhor para a cultura, pois haverá maiores disponibilidades de água, nutrientes, etc. No caso do tratamento 1 o maior desenvolvimento do sistema radicular esta associado à escassez de nutrientes na camada superficial. Neste trabalho, registraram-se profundidades efetivas de raízes na ordem de 0,23 m a 0,44 m. Provavelmente, o umedecimento diário da camada superior do solo pelo sistema de irrigação localizada reduziu a necessidade das plantas em desenvolver mais profundamente o seu sistema radicular.

#### CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

O sistema radicular da gravioleira para as

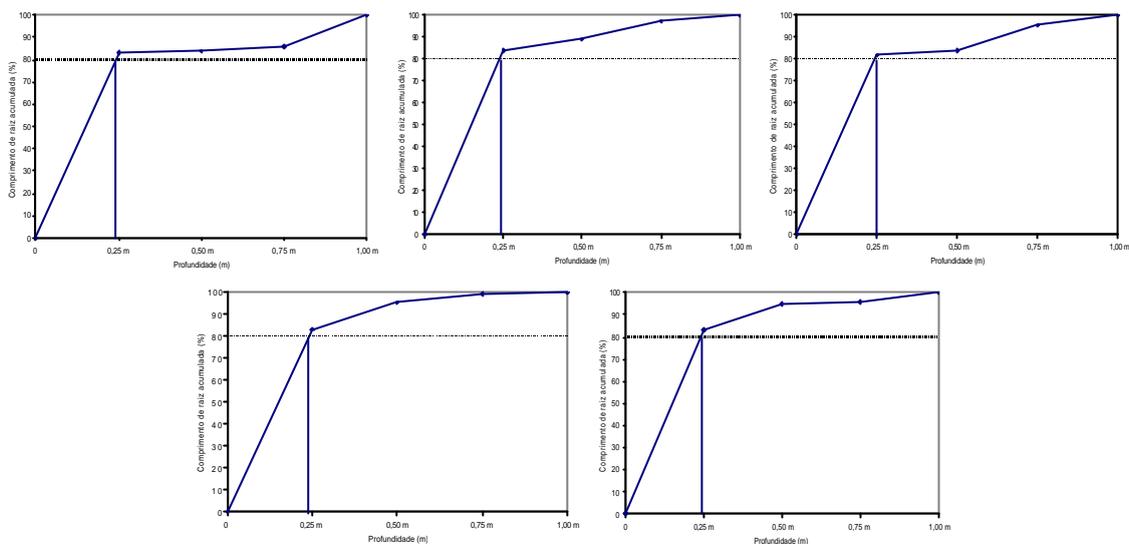


Figura 02 –Percentual acumulado do comprimento de raízes da gravioleira, em relação a profundidade, para os tratamentos 2, 3, 4, 7 e 8

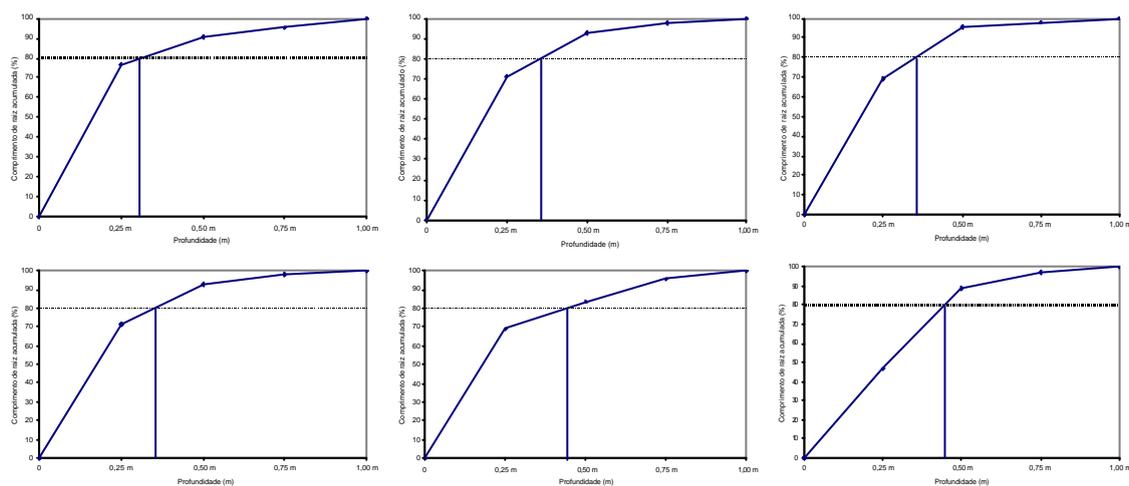


Figura 03 –Percentual acumulado do comprimento de raízes da gravioleira, em relação a profundidade, para os tratamentos 1, 5, 6, 9, 10 e 11.

condições estudadas se concentrou até 0,44 m de profundidade efetiva e a uma distância horizontal do caule de até 0,75 m, sendo estes os intervalos mais adequados para instalação de sensores de monitoramento, para fins de irrigação e fertirrigação;

A maior concentração de raízes, em relação a distância horizontal, ocorreu dentro da copa da árvore e com relação à profundidade a maior concentração ocorre na camada superficial (0 - 0,25 m);

O tratamento 11 (380 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N e 420 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) apresentou o melhor perfil

vertical de distribuição radicular;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAQUE, R. **Algunas recomendaciones sobre el cultivo de la guanábana**. Caracas: Consejo de bien Estar Rural, 1964. p.1-10.

ARRUDA, F. B. Necessidade de água nas culturas - elementos de projeto. In: Curso Prático Internacional de agrometeorologia para a otimização da irrigação, 3. Campinas, 1989. **Anais...** 35p.

- AVILÁN, L. R.; LABOREM, G.E.; FIGUEROA, M.; RANGEL, L. **Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana (*Annona muricata* L.)**. Agronomia Tropical: Maracay, v.31, n.1-6, 1981. p.301-307.
- AVILÁN, L. R.; MENEZES, L.; SUCRE, R. **Comportamento del sistema radicular de patron cleópatra injertado com laranja “Valência” em suelos de textura fina**. Agronomia tropical, Maracay, v. 33, n. 1/6, 1982. p. 155-170.
- BASSOI, L. H. **Crescimento e distribuição de raízes de videiras e sua relação com a prática da irrigação**. Petrolina: Embrapa - CPATSA, 1998. 4p. (Comunicado técnico, 76).
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Dados agrometeorológicos para o município de Teresina, PI (1980-1999)**. Teresina: Embrapa - CPAMN. 2000. 27p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 46).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 1982. 463p.
- BOHM, T. A. **Methods of studying root systems**. Berlin: Spring Verlag, 1979. 330p.
- CALZAVARA, B. B.; MÜLLER, C. H. **Fruticultura tropical: a gravioleira (*Annona muricata* L.)**. Belém, Embrapa/CPATU, 1987. 36p. (Embrapa/CPATU. Documentos, 47).
- COUNTANCEAU, M. **Fruticultura, técnica y economía de los cultivos de rosáceas leñosa productores de frutas**. Barcelona: OIKOS-TAU, 1971. 608p.
- CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRE, A.; VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n.3, 1994. p.365-371.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FANTE JÚNIOR, L.; REICHARDT, K.; JORGE, L. A. de C.; BACCHI, O. O. S. **Distribuição do sistema radicular de uma cultura de aveia forrageira**. *Sci. agric.* [online]. 1999, vol.56, n.º.4, p.1091-1100. Disponível em: <<http://www.scielo.br>> Acesso: 15 maio 2002.
- HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação em fruteiras**. Ilha Solteira, 2003. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/fruteira.htm>>. Acesso: 23 mar. 2003.
- MACHADO, C. C.; COELHO, R. D. **Estudos da distribuição espacial do sistema radicular do limão “Crava” enxertado com lima ácida “Tahiti”**. Laranja, Coordeiropolis, v.21, n.2, 2000. p. 359-380.
- PACE, C. A. M.; ARAÚJO, C. M. Estudo da distribuição do sistema radicular de porta-enxertos cítricos em solos podzolizados e sua relação com a formação de copas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, CNPq, v.1, 1986, p.199-205.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 7 ed. São Paulo, Nobel, 1984. 541p.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. 4ª. Ed. Campinas, Fundação Cargill, 1985, p.445.
- SANTOS, C. A. S. **Distribuição espacial e absorção de água pelo sistema radicular da cultura da manga (*Mangifera indica* L.) irrigada por microaspersão**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 151p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUSA, V. F. de. **Frequência de aplicação de N e K via água de irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L. cv. Eldorado 300) em solo de textura arenosa**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de mesquita Filho”. 1993. 131p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUSA, V. F. de; FOLEGATTI, M. V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, 2002. p.51-56.

TINKER, P. B. Root distribution and nutrient uptake. In RUSSEL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. **The soil/root system in relation to Brazilian Agriculture**. Londrina, PR: IAPAR, 1981. p. 115-136.

WELLER, F. A method for studying the distribution of absorbing roots of fruit trees. **Experimental agriculture**, v. 7, 1971. p. 351-361.