

CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS DO PERFIL AUXILIADO PELO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS E DO MONOLITO NA ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES NO SOLO

Bassoi, L. H.;^{1,2} Assis, J. S.¹ *de*

(1) EMBRAPA – Semi-Árido, C.P. 23, CEP 56300-000, Petrolina, PE

(2) lbassoi@cpatsa.embrapa.br – bolsista do CNPq

ABSTRACT

Root distribution of irrigated grapevines was analyzed by profile aided by digital image processing and monolithic block methods. Root density obtained by image processing showed some differences in relation to dry matter and length measurements which presented better correlation between themselves. Such discrepancies are due to different root system parts sampled for analysis (root area in the soil profile for image processing and root volume for monolithic block).

Key words: root, distribution, analysis, method

RESUMO

A distribuição radicular de videiras irrigadas foi analisada pelos métodos do perfil auxiliado pelo processamento de imagens digitais e do monolito. As estimativas com base na densidade de raízes obtidas pelo processamento de imagens apresentaram algumas diferenças em relação às estimativas com base na massa seca e comprimento de raízes, que mostraram melhor correlação entre si. Tais discrepâncias são devidas às diferentes partes do sistema radicular amostradas para análise (área de raízes no perfil do solo para o processamento de imagens e volume de raízes para o monolito).

Palavras-chave: raiz, distribuição, análise, método

1. Introdução

Entre os vários meios para o estudo da distribuição do sistema radicular no solo, o método do monolito permite uma análise quantitativa, por meio da determinação da massa e do com-

primento de raízes, o que requer grande quantidade de horas de trabalho manual para a abertura de trincheira, coleta e peneiramento do solo, lavagem e mensurações das raízes. Esse estudo pode ser complementado pelo método do perfil,

que permite uma análise qualitativa, ou seja, a da presença nas diferentes profundidades do solo e sua interação com as condições desse meio, apesar da exposição parcial do sistema radicular da planta (Kopke, 1978; Bohm, 1979). Com o advento do processamento de imagens digitais para auxiliar as pesquisas sobre a distribuição de raízes no solo (Crestana et al, 1994), foi possível obter uma análise quantitativa das raízes no perfil do solo, por meio de sua densidade, de forma rápida, precisa, em maior número de repetições e com menor requerimento de trabalho, em relação à observação visual ou contagem do número de raízes no perfil. Alguns autores empregaram esse método para verificar a correspondência da distribuição de raízes no solo com a atividade radicular estimada indiretamente (Bassoi et al, 1994), bem como compararam-no com os métodos do trado e do anel volumétrico na análise da distribuição radicular no solo (Fante Júnior et al, 1994; Fante Júnior et al, 1996).

2. Objetivo

Este trabalho tem po objetivo estimar a distribuição de raízes expostas em um perfil de solo, empregando-se conjuntamente o método do processamento de imagens digitais e do monolito, e verificar a correlação entre eles.

3. Materiais e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Bebedouro, pertencente à EMBRAPA – Semi-Árido, em Petrolina, PE. Em uma cultura de videiras cv. Itália sobre porta enxerto IAC 576, espaçada em 4 x 2 m, irrigada por microaspersão e cultivada em um latossolo vermelho-amarelo, textura arenosa (Pereira & Sousa, 1968), procedeu-se à abertura de uma trincheira, de modo a permitir a análise das raízes e do perfil a partir de 1 m perpendicularmente à linha de plantas, 1 m em ambos os lados do caule e paralelamente à linha de plantas, e até 1 m de profundidade. Para esse trabalho, foram analisadas duas plantas, uma em cada lado da trincheira.

No primeiro perfil localizado a 1 m perpen-

dicularmente à planta, efetuou-se uma leve escarificação, para uma melhor exposição das raízes, e pintura das mesmas com tinta látex branca, para melhor contraste com o solo. Um reticulado de 1 x 1 m, subdividido em 25 quadrados de 20 x 20 cm, foi colocado em cada metade do sistema radicular (1 m horizontalmente e 1 m verticalmente ao caule), para a filmagem, com filmadora portátil, das raízes expostas em cada quadrado, obtendo-se no total 50 imagens por perfil. A seguir, procedeu-se à coleta de monolitos de 20 x 20 x 20 cm, correspondentes aos quadrados filmados, e peneiramento para separação do solo das raízes. Após a retirada desses monolitos, obtinha-se um novo perfil a 80 cm do caule, onde se repetiram todas as operações anteriormente descritas. Foram filmados 5 perfis (100, 80, 60, 40 e 20 cm) e coletados monolitos em 4 perfis (100, 80, 60 e 40 cm) em cada planta analisada. Não foram retirados monolitos a 20 cm de distância do caule, para evitar o tombamento das videiras.

Em laboratório, efetuou-se a lavagem e a secagem em estufa a 65 °C, para determinação da massa seca em balança de precisão, em intervalos de diâmetro menor que 2 mm, entre 2 e 5 mm, entre 5 e 10 mm e maior que 10 mm. A estimativa do comprimento foi realizada pelo método de Tennant (1975), com reticulados com quadrados de 1 x 1 cm para raízes com diâmetro menor que 2 mm, entre 2 e 5 mm e entre 5 e 10 mm, e reticulado com quadrados de 2 x 2 cm, para as de diâmetro maior que 10 mm. A massa seca total e o comprimento total foram obtidos pela soma dos valores de cada intervalo de diâmetro de raiz.

As imagens foram digitalizadas, conectando-se um videocassete e um monitor de TV a um microcomputador com placa digitalizadora, armazenadas em disquetes e processadas pelo SIARCS (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo), versão 3.0 para Windows. A densidade de raízes foi estimada considerando-se a área de raízes para cada quadrado de 400 cm² e expressa em porcentagem.

4. Resultados e Discussões

A distribuição radicular das videiras estimada por três grandezas (densidade, massa seca e comprimento de raiz) está presente nas Tabelas 1 a 8, em função da camada de solo. Por se tratar de grandezas diferentes, a comparação dos resultados deve ser feita quanto ao percentual de cada camada no valor total do perfil, de onde se nota que ocorreram diferenças quanto às estimativas de distribuição radicular entre as grandezas em questão, para todas as camadas de solo e para todas as distâncias do perfil.

Tabela 1 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade (D), massa seca (M), comprimento (C) e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 100 cm do caule, planta 1.

prof. Cm	D %	% total	M g	% total	C m	% total
0-20	0,31	17,7	78,63	45,5	45,19	45,0
20-40	0,63	36,0	9,68	5,6	10,99	11,0
40-60	0,08	4,6	13,12	7,6	11,38	11,3
60-80	0,42	24,0	25,23	14,7	13,72	13,7
80-100	0,31	17,8	45,73	26,6	19,12	19,0

Tabela 2 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 100 cm do caule, planta 2.

Prof. cm	D %	% total	M g	% total	C m	% total
0-20	0,008	18,8	11,53	47,8	10,22	49,7
	0	0	2,61	10,8	18,54	9,0
20-40	0	0	3,24	13,4	17,68	8,6
40-60	0,65	15,3	2,09	8,7	23,81	11,6
60-80	0,028	65,9	4,63	19,2	43,37	21,1
80-100						

Para uma melhor compreensão de tais diferenças de estimativa, realizou-se um teste de correlação entre as grandezas para cada quadrado do reticulado (Tabela 9), onde se observa que todos os valores foram positivos, indicando que um aumento de uma grandeza pode corresponder a um aumento de outra. Entretanto, as correlações entre densidade e massa (D x M) e densidade e comprimento (D x C) apresentam valores

baixos e médios; já a correlação entre massa e comprimento (M x C) mostra-se com valores médios a altos, com exceção de dois perfis.

Tabela 3 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 80 cm do caule, planta 1.

prof. cm	D %	% total	M g	% total	C m	% total
0-20	1,71	42,4	95,85	36,2	31,79	31,2
20-40	0,32	7,9	46,63	17,6	18,11	17,8
40-60	0,52	12,9	27,14	10,2	15,67	15,4
60-80	0,60	14,9	37,43	14,1	14,46	14,2
80-100	0,88	21,8	57,89	21,9	22,00	21,6

Tabela 4 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 80 cm do caule, planta 2.

prof. cm	D %	% total	M g	% total	C m	% total
0-20	0,48	24,1	9,72	30,9	19,56	37,6
20-40	0,50	25,1	4,06	12,9	55,71	10,7
40-60	0,37	18,6	5,77	18,3	80,77	15,5
60-80	0,48	24,1	6,52	20,7	87,37	16,8
80-100	0,16	8,0	5,40	17,2	10,14	19,5

Tabela 5 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 60 cm do caule, planta 1.

prof. cm	D %	% total	M g	% total	C m	% total
0-20	3,50	33,5	72,15	21,8	31,31	25,0
20-40	3,22	30,8	78,71	23,7	33,58	26,8
40-60	1,45	13,9	64,13	19,3	12,61	10,0
60-80	1,27	12,1	67,88	20,5	17,47	13,9
80-100	1,02	9,8	48,69	14,7	30,50	24,3

Considerando-se o valor total de cada grandeza por camada de solo, as correlações foram muito variadas (Tabela 10). Os valores de D x M e D x C foram negativos a 100 cm de distância do caule para uma das plantas analisadas. Nos demais perfis, essas correlações foram positivas, com alguns valores altos em 80-1, 60-

2 e 40-1 (D x C), e médios para 60-1 e 40-2. A correlação M x C foi sempre positiva, sendo baixa apenas em 60-1 e 40-1.

Tabela 6 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 60 cm do caule, planta 2.

prof. cm	D	%	M	%	C	%
	%	total	g	total	m	total
0-20	1,60	53,3	33,57	45,8	30,00	43,0
20-40	0,26	8,7	5,28	7,2	49,66	7,1
40-60	0,32	10,7	11,93	16,3	12,17	17,5
60-80	0,36	12,0	12,61	17,2	11,90	17,1
80-100	0,46	15,3	9,88	13,5	10,71	15,4

Tabela 7 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 40 cm do caule, planta 1.

prof. cm	D	%	M	%	C	%
	%	total	g	total	m	total
0-20	2,87	33,2	125,15	27,1	48,26	33,1
20-40	2,35	27,2	84,56	18,3	35,91	24,7
40-60	1,29	14,9	175,41	38,1	18,67	12,8
60-80	1,03	11,9	40,29	8,7	10,96	13,1
80-100	1,11	12,8	35,57	7,7	23,71	16,3

Tabela 8 Distribuição radicular de videiras por camada de solo em termos de densidade, massa seca, comprimento e porcentagem de cada camada em relação ao total. Perfil a 40 cm do caule, planta 2.

Prof. cm	D	%	M	%	C	%
	%	total	g	total	m	total
0-20	2,88	50,4	95,01	43,7	46,44	42,1
20-40	0,51	8,9	64,55	29,7	24,63	22,4
40-60	0,79	13,8	17,32	8,0	10,28	9,3
60-80	0,76	13,3	20,54	9,4	12,60	11,4
80-100	0,77	13,5	20,12	9,2	16,26	14,8

Há de se considerar alguns aspectos em relação ao dois métodos empregados para a análise da distribuição radicular. A densidade obtida pelo processamento de imagens se refere à parte do sistema radicular presente em uma das faces do volume de solo em que se mensuram a massa e o comprimento. Nem sempre as raízes pre-

sentes em uma das superfícies desse cubo de solo são proporcionais ao volume de raiz presente no seu interior, o que explica as baixas correlações D x M e D x C. Já em relação à correlação M x C, embora sejam grandezas diferentes, elas se referem a um mesmo volume de raiz, que tem por variável o diâmetro.

Tabela 9 Correlação entre as grandezas densidade, massa seca e comprimento de raízes mensuradas em cada quadrado do reticulado, para os perfis a 100, 80, 60 e 40 cm de distância do caule, e em duas plantas (1 e 2).

perfil-planta	D x M	D x C	M x C
100 - 1	0,20	0,33	0,81
100 - 2	0,28	0,27	0,96
80 - 1	0,47	0,48	0,75
80 - 2	0,31	0,37	0,70
60 - 1	0,39	0,33	0,41
60 - 2	0,64	0,66	0,93
40 - 1	0,26	0,41	0,30
40 - 2	0,32	0,39	0,87

Tabela 10 Correlação entre as grandezas densidade, massa seca e comprimento de raízes mensuradas em cada quadrado do reticulado e totalizadas por camada de solo, para os perfis a 100, 80, 60 e 40 cm de distância do caule, e em duas plantas (1 e 2).

Perfil-planta	D x M	D x C	M x C
100 - 1	-0,17	-0,12	0,96
100 - 2	0,24	0,27	0,99
80 - 1	0,92	0,93	0,98
80 - 2	0,24	0,08	0,95
60 - 1	0,78	0,61	0,15
60 - 2	0,97	0,97	1,00
40 - 1	0,34	0,97	0,18
40 - 2	0,76	0,88	0,96

Fante Júnior et al (1994) verificaram que, mesmo utilizando os métodos do trado e do anel volumétrico, que estimam uma mesma grandeza (massa seca), ocorreram pequenas diferenças quanto à distribuição espacial (distância do caule) em função da camada, e da contribuição de cada camada para o total de raízes de milho no perfil do solo, pois os volumes de solo amostrados pelo trado foram de duas a três vezes superiores aos do anel volumétrico. Ao

compararem os resultados desses métodos com os obtidos pelo processamento de imagens digitais, esses autores verificaram que a quantificação apresentava-se diferente das duas primeiras.

Basso et al (1994) notaram boa correspondência entre a distribuição de raízes de milho irrigado, quantificada pelo processamento de imagens digitais, com a atividade radicular, estimada indiretamente pela variação do potencial matricial e do gradiente do potencial total da água no solo (mensuração por tensiometria) e da variação do armazenamento de água no solo (mensuração pela técnica de moderação de nêutrons).

Fante Júnior et al (1996) observaram alta correlação entre as estimativas da distribuição radicular de aveia forrageira por camada de solo, feitas pelo método do anel volumétrico e pelo método do perfil auxiliado pelo processamento de imagens digitais. Entretanto, não foram encontradas correlações quanto à análise feita para quadrados do reticulado de 10 x 10 cm e a amostra de raiz retirada pelo anel volumétrico na porção central dessa área.

A utilização conjunta dos métodos do monolito e do perfil auxiliado pelo processamento de imagens digitais é viável ao se considerar que, em termos práticos, o procedimento de coleta de dados apresenta uma etapa trabalhosa em comum (abertura de trincheira). Há a necessidade de se preparar o perfil do solo (escarificação) para a exposição de raízes, sendo essa etapa de extrema importância para a quantificação da densidade radicular. Averiguações em intervalos de perfis menores que o utilizado neste estudo devem ser realizadas para maior embasamento do emprego dessa técnica.

Em termos de material exigido, o método do monolito requer ferramentas rústicas para abertura de trincheira, coleta de solo e peneiramento, enquanto, para utilizar o processamento de imagens, necessita-se, além disso, de todo o aparato para a filmagem, digitalização e processamento propriamente dito, como descrito anteriormente.

A caracterização da distribuição do sistema radicular pode envolver várias grandezas, e os métodos a serem adotados devem levar em

conta a finalidade do estudo, o material disponível e a cultura em questão. Deve-se ressaltar também que diferentes métodos se complementam na análise da distribuição radicular.

5. Agradecimentos

À EMBRAPA, Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, pelo auxílio na digitalização de imagens e orientação sobre o uso do SIARCS 3.0.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de pesquisa ao primeiro autor (processo nº 521376/95-5).

6. Referências

- BASSOI, L.H.; FANTE JÚNIOR, L.; JORGE, L.A. C.; CRESTANA, S.; REICHARDT, K. Distribuição do sistema radicular do milho em terra roxa estruturada latossólica: II. Comparação entre cultura irrigada e fertirrigada. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.51, n.3, p.541-548, 1994.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 194p.
- CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.A.C.; RALISH, R.; TOZZI, C.L.; TORRENETO, 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, p.365-371, 1994.
- FANTE JÚNIOR, L.; REICHARDT, K.; JORGE, L.A.C.; CRESTANA, S. Distribuição do sistema radicular de milho em terra roxa estrutura da latossólica: I. Comparação de metodologias. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.51, n.3, p.513-518, 1994.
- FANTE JÚNIOR, L.; REICHARDT, K.; RODRIGUES, J.A.; JORGE, L.A.C.; BASSOI, L. H.; OLIVEIRA, J.C.M.; CRESTANA, S.; BACCHI, O.O.S.; GODOY, R.; PILOTTO, J.E. Relações entre metodologias para avaliação de raízes e da densidade do solo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. *Anais...* Campinas: SBCS, 1996.

KOPKE, U. Methods for studying root growth.

In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, Londrina-PR, 1980. **Proceedings...** Londrina: IAPAR, 1981. p.303-318.

PEREIRA, J.M.; SOUZA, R.A. **Mapeamento detalhado da área da Barra de Bebedouro.** Petrolina: SUDENE, 1968. 57p. (mimeografado).

TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 63, p.995-1001, 1975.