

19

8467

IAEA-SR-203



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION  
AND THE  
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



# FAO/OIEA SEMINARIO REGIONAL PARA AMERICA LATINA

SOBRE TECNICAS NUCLEARES PARA OPTIMIZAR EL USO  
DE LOS NUTRIENTES Y DEL AGUA A FIN DE ELEVAR AL  
MAXIMO LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS  
Y LA PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE

**CENA, Piracicaba, Sao Paulo (Brasil)**

27 a 31 de Octubre de 1997

Sección 1 : Programa  
Sección 2 : Resúmenes  
Sección 3 : Participantes



ROOT DISTRIBUTION ANALYSIS BY DIGITAL IMAGE PROCESSING  
AND ITS RELATION WITH SOIL WATER DYNAMICS MEASURED  
BY NEUTRON PROBE AND BY TENSIOMETER

LUÍS HENRIQUE BASSOI<sup>1</sup>

Root growth is conditioned by chemical, physical and biological soil properties and the knowledge of its distribution in soil profile is important for soil water and nutrient dynamics comprehension. Aluminum concentration, pH, bulk density, soil water storage, hydraulic conductivity, soil compaction, soil management, element toxicity, flooding and nutrient deficiency influence root development (Reichardt, 1981; Demattê, 1981). Soil water management depends on rooting depth for an adequate irrigation water supply and to reduce nutrient leaching and deep percolation.

Excavation, monolith, auger hole, profile and rhizotron methods for root analysis are well known and each one presents some characteristics that must be taken into consideration to reach research proposal. In general, they are laborious, time-consuming, sometimes costly and root sample size and parameter measured varies between them. Otherwise indirect methods based on soil water and nutrient content and on tracer radioactivity measured in successive sampling can be related with root activity. These methods can save time and labor but their success depend on some assumptions (Bohm, 1979; Kopke, 1981). A modification of profile method was presented by Crestana et al (1994) which consist on root distribution evaluation by images of roots exposed in a profile wall. These images are digitized and processed by SIARCS (Integrated System for Root and Soil Coverage Analysis) that quantifies the root density in a soil profile with relative higher accuracy and lower time consumption.

A field experiment was carried out to evaluate the distribution of irrigated maize root system in a soil profile of an alfisol in Piracicaba, SP, Brazil, at 126 days after plant emergence. The root system was exposed by two trenches dug parallel to the maize rows and 5 cm from the plants. Roots were painted to enhance color contrast between them and soil. A 0,2 m x 0,2 m grid system, 1 m high and 1 m wide, was set up against the profile wall and each small square area was filmed. Pictures were digitized by a digitizing board installed in a microcomputer and processed by SIARCS. In each 0,2 m high soil layer root density was obtained. Eight tensiometers at 0,10 , 0,20 , 0,35 , 0,50 , 0,65 , 0,75 , 0,85 , 1,00 and 1,15 m depth were installed to obtain matric potential of soil water. Eight aluminum access tube were installed to soil water content measurements by neutron probe at 0,25, 0,50 , 0,75 and 1,00 m depth.

At least 70% of roots were presented until 0,40 m depth, with the major concentration at first 0,20 m high soil layer. Root distribution decreased until 1 m depth (table 1). Amplitude of soil water matric potential were greater at 0,10 , 0,20 , 0,35 , and 0,50 m than at 0,65 , 0,75 , 0,85 , 1,00 and 1,15 m depth. Negative values of gradient of soil water total potential (upward flux) were more frequent at 0,20, 0,35 and 0,50 m depth than at 0,65 , 0,75 , 0,85 and 1,00 m depth (data not shown). Percentual contributions of different soil layers in soil water storage changes were greater at 0-0,25 and 0,25-0,50 m depth (table 2).

These results showed a good relation between root activity estimation by tensiometer and by neutron probe measurements and root distribution analysis by profile method aided by digital image processing. In water balance rooting depth must be taken into consideration for a good

<sup>1</sup> Soil physics researcher, Brazilian Enetrprise for Agriculture Research - Agricultural Research Center in Semi Arid Tropic (EMBRAPA - CPATSA) Caixa Postal 23 56300-000 Petrolina - PE Brazil  
fax: +55 81 8621744 e.mail: lhbassoi@cpatsa.embrapa.br  
Fellowship holder of Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq)





estimation of crop evapotranspiration and digital image processing can provide a quantitative analysis of root distribution with more replications. Consequently, root activity estimation can be supported with a more rapid and accurate method.

Table 1: Root density and pecentual distribution in 1 m depth soil profile at 126 days after plant emergence.

soil layer m	root density trench 1	%	root density trench 2	%
0 - 0,20	918	58,3	583	45,9
0,20 - 0,40	372	23,6	327	25,7
0,40 - 0,60	168	10,7	151	11,9
0,60 - 0,80	81	5,2	138	10,9
0,80 - 1,00	35	2,2	71	5,6
total	1574	100,0	1270	100,0

Table 2: Percentual contibution of soil layers to soil water storage changes ( $\Delta A$ ) at different day intervals after plant emergence.

days after emergence	$\Delta A$							
	soil layer (m) - trench 1				soil layer (m) - trench 2			
	0-0,25	0,25-0,50	0,50-0,75	0,75-1,00	0-0,25	0,25-0,50	0,50-0,75	0,75-1,00
29 - 41	51,2	31,6	6,7	10,5	43,2	30,1	14,5	12,2
43 - 48	34,0	31,8	11,8	22,4	39,1	33,2	18,6	9,0
52 - 56	33,1	31,0	24,4	11,5	44,3	29,6	15,3	10,8
58 - 63	25,3	28,2	27,1	19,4	19,9	31,2	32,5	16,3
65 - 80	41,3	31,9	17,6	9,2	42,0	32,3	17,0	8,7
94 -101	40,4	31,3	17,2	11,4	38,8	32,1	20,4	8,7

## REFERENCES

- 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.; 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, 18(3):365-371, 1994.
- DEMATTÊ, J. L. I. Cracteristics of Brazilian soils related to root growth. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, 1980, LONDRINA. Proceedings...Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p.21-41.
- KOPKE, U. Methods for studying root growth. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, Londrina, 1980. Proceedings... Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p. 303-318.
- REICHARDT, K. Soil physico-chemical conditions and the development of roots. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, 1980, LONDRINA. Proceedings...Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p. 103-114.



5  
8467

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO RADICULAR POR PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS E SUA RELAÇÃO COM A DINÂMICA DA ÁGUA DO SOLO MEDIDA POR SONDA DE NÊUTRONS E POR TENSÍÔMETROS

LUÍS HENRIQUE BASSOI<sup>1</sup>

O crescimento radicular é condicionado pelas propriedades biológicas, físicas e químicas do solo e o conhecimento de sua distribuição no perfil do solo é importante para a compreensão da dinâmica de nutrientes e de água. A concentração de alumínio, pH, densidade global, armazenamento de água, condutividade hidráulica, compactação, manejo, toxicidade de elementos, encharcamento e deficiência de nutrientes influenciam o desenvolvimento das raízes (Reichardt, 1981; Demattê, 1981). O manejo de água do solo depende da profundidade de enraizamento para um adequado suprimento de água pela irrigação e para reduzir a lixiviação de nutrientes e a percolação profunda.

Os métodos da escavação, monolito, trado, perfil e rizotron para análises de raízes são bem conhecidos e cada um apresenta algumas características que devem ser levadas em consideração para se alcançar o propósito da pesquisa. Em geral, eles são trabalhosos, consomem tempo, as vezes são custosos e o tamanho da amostra de raiz e parâmetro medido variam entre eles. Por outro lado, os métodos indiretos baseados no teor de água e nutrientes no solo e no rastreamento da radioatividade medida em sucessivas amostragens podem ser relacionadas com a atividade radicular. Esses métodos economizam tempo e trabalho mas suas aplicações dependem de algumas suposições (Bohm, 1979; Kopke, 1981). Uma modificação do método do perfil foi apresentado por Crestana et al (1994) que consiste na avaliação da distribuição de raízes por imagens de raízes expostas no perfil do solo. Essas imagens são digitalizadas e processadas pelo SIARCS (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo), que quantifica a densidade radicular em um perfil de solo com precisão relativamente maior e menor consumo de tempo.

Um experimento de campo foi conduzido para avaliar a distribuição do sistema radicular de milho irrigado em um perfil de terra roxa estruturada latossólica em Piracicaba, SP, Brasil. aos 126 dias após a emergência das plantas. O sistema radicular foi exposto por duas trincheiras dispostas paralelamente e à 5 cm das plantas de milho. As raízes foram pintadas para realçar o contraste de cor entre elas e o solo. Um grid de 0,2 m x 0,2 m, em uma armação de 1 x 1 m, foi colocada contra o perfil de solo e cada uma das pequenas áreas foi filmada. As imagens foram digitalizadas por meio de uma placa digitalizadora instalada em um microcomputador e processadas pelo SIARCS. Em cada camada de solo de 0,2 m de espessura a densidade de raiz foi obtida. Oito tensiômetros a 0,10, 0,20, 0,35, 0,50, 0,65, 0,75, 0,85, 1,00 e 1,15 m de profundidade foram instalados para se obter o potencial matricial da água no solo. Oito tubos de alumínio de acesso foram instalados para medidas do teor de água no solo por sonda de nêutrons a 0,25, 0,50, 0,75 e 1,00 m de profundidade.

Pelo menos 70% das raízes estiveram presentes até 0,40 m de profundidade, com a maior concentração nos primeiros 0,20 m. A distribuição radicular decresceu até 1 m de profundidade (tabela 1). A amplitude do potencial matricial foi maior a 0,10, 0,20, 0,35 e 0,50 m que a 0,65, 0,75, 0,85, 1,00 e 1,15 m de profundidade. Valores negativos do gradiente do potencial total da água no solo (fluxo ascendente) foram mais frequentes a 0,20, 0,35 e 0,50 m que a 0,65, 0,75, 0,85 e 1,00 m de profundidade (dados não apresentados). As contribuições percentuais das diferentes

<sup>1</sup> Pesquisador em Física do Solo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA-CPATSA) Caixa Postal 23 56300-000 Petrolina - PE  
fax: +55 81 8621744 e-mail: [lhbassoi@cpatsa.embrapa.br](mailto:lhbassoi@cpatsa.embrapa.br)  
Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)



BASSOI, L. H. Root distribution analysis by digital image processing and its relation with soil water dynamics measured by neutron probe and by tensiometer. In: FAO/OIEA SEMINARIO REGIONAL PARA AMERICA LATINA, 1997, Piracicaba, SP. Sobre técnicas nucleares para optimizar el uso de los nutrientes y del agua a fin de elevar al máximo la productividad de los cultivos y la preservación de medio ambiente: programa e resúmenes. Piracicaba: CENA/FAO, 1997. p. 56-57.

Português



camadas nas variações do armazenamento de água no solo foram maiores a 0-0,25 e 0,25-0,50 m de profundidade (tabela 2).

Esses resultados mostraram uma boa relação entre a estimativa da atividade radicular pelas medidas de tensiômetros e sonda de nêutrons e a análise de distribuição de raízes pelo método do perfil auxiliado pelo processamento de imagens digitais. No balanço hídrico a profundidade de enraizamento deve ser considerada para uma boa estimativa da evapotranspiração e o processamento de imagens pode permitir uma análise quantitativa da distribuição radicular com um maior número de repetições. Conseqüentemente, a estimativa da atividade radicular pode ser subsidiada com um método mais rápido e preciso.

Tabela 1: Densidade de raiz e distribuição percentual no perfil de solo de 1m de profundidade aos 126 dias após a emergência das plantas.

camada de solo m	densidade de raiz trincheira 1	%	densidade de raiz trincheira 2	%
0 - 0,20	918	58,3	583	45,9
0,20 - 0,40	372	23,6	327	25,7
0,40 - 0,60	168	10,7	151	11,9
0,60 - 0,80	81	5,2	138	10,9
0,80 - 1,00	35	2,2	71	5,6
total	1574	100,0	1270	100,0

Tabela 2: Contribuição percentual das camadas de solo para a variação do armazenamento de água no solo ( $\Delta A$ ) a diferentes intervalos de dias após a emergência das plantas.

dias após a emergência	$\Delta A$							
	solo (m) - trincheira 1				solo (m) - trincheira 2			
	0- 0,25	0,25- 0,50	0,50- 0,75	0,75- 1,00	0- 0,25	0,25- 0,50	0,50- 0,75	0,75- 1,00
29 - 41	51,2	31,6	6,7	10,5	43,2	30,1	14,5	12,2
43 - 48	34,0	31,8	11,8	22,4	39,1	33,2	18,6	9,0
52 - 56	33,1	31,0	24,4	11,5	44,3	29,6	15,3	10,8
58 - 63	25,3	28,2	27,1	19,4	19,9	31,2	32,5	16,3
65 - 80	41,3	31,9	17,6	9,2	42,0	32,3	17,0	8,7
94 -101	40,4	31,3	17,2	11,4	38,8	32,1	20,4	8,7

#### REFERÊNCIAS

- 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.; 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, 18(3):365-371, 1994.
- DEMATTÊ, J. L. I. Cracteristics of Brazilian soils related to root growth. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, 1980, LONDRINA. Proceedings...Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p.21-41.
- KOPKE, U. Methods for studying root growth. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, Londrina, 1980. Proceedings... Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p. 303-318.
- REICHARDT, K. Soil physico-chemical conditions and the development of roots. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, 1980, LONDRINA. Proceedings...Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p. 103-114.