

## ESTUDO PRELIMINAR SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DA ERVILHA IRRIGADA

Regina Célia de Matos Pires<sup>1</sup>

Elaine Bahia Wutke<sup>1</sup>

Emílio Sakai<sup>1</sup>

Edmilson José Ambrosano<sup>2</sup>

### RESUMO

O estudo foi desenvolvido no Centro Experimental Central do Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, São Paulo, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento do sistema radicular da ervilha, cultivar Mikado, irrigada por aspersão, ao longo do seu ciclo, em latossolo vermelho distroférico, de baixa saturação por bases. As irrigações foram realizadas sempre que o potencial de água no solo atingia de  $-0,05$  a  $-0,06$  MPa, em tensiômetros instalados a 15cm de profundidade. Coletaram-se amostras de raízes ao lado da linha de semeadura, de 10 em 10cm até 60cm de profundidade, com trado tipo caneca de 7cm de diâmetro, em 5 repetições, aos 32, 46, 82 e 96 dias após a semeadura. Os valores de quantidade de raízes secas (mg) por unidade de volume do solo ( $\text{cm}^3$ ) obtidos indicaram maior concentração radicular na camada superficial até 20cm. Ao longo do ciclo da cultura observaram-se variações na distribuição do sistema radicular em profundidade. Para fins de monitoramento da irrigação verificou-se que a profundidade efetiva do sistema radicular da ervilha era de 21 a 30cm ao longo do ciclo.

**Palavras-chave:** *Pisum sativum*, profundidade efetiva, irrigação, manejo de água.

---

<sup>1</sup> Instituto Agrônômico - IAC, Av. Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP, [rcpires@iac.sp.gov.br](mailto:rcpires@iac.sp.gov.br); [ebwutke@iac.sp.gov.br](mailto:ebwutke@iac.sp.gov.br); [emilio@iac.sp.gov.br](mailto:emilio@iac.sp.gov.br).

<sup>2</sup> Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Sul - DDD, [edmilson.ddd.@apta.sp.gov.br](mailto:edmilson.ddd.@apta.sp.gov.br)

## ABSTRACT

## PEA ROOT LENGTH DISTRIBUTION DURING THE PLANT CYCLE

The present work was carried out at the Central Experimental Station of Campinas of Instituto Agronômico (IAC), in Campinas, State of São Paulo, Brazil. The aims of this work were to evaluate the root length distribution and effective depth of the pea crop, variety Mikado, at four phases of the plant cycle in an haplorthox soil with low base saturation index. The irrigation was applied as the soil water potential reached  $-0.05$  and  $-0.06$  MPa, at  $0.15$ m depth. The root samples were collected beside the plants from  $10$  to  $10$ cm up to  $60$ cm depth, using an auger hole with  $7$ cm of diameter, at  $32$ ,  $46$ ,  $86$  and  $96$  days after planting, with  $5$  replications. The results showed higher concentration of the roots at the depth of  $0,20$ m. Variation at the root length distribution was observed during the cycle of the pea plants. For irrigation purposes the effective pea root depth was around  $0,21$  to  $0,30$ m.

**Key words:** *Pisum sativum*, effective root depth, irrigation, water management.

## INTRODUÇÃO

Com o advento dos programas de irrigação nos anos 80, a cultura da ervilha de grãos secos para atendimento da indústria de enlatamento expandiu-se por Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, onde as condições ecológicas, como inverno seco, baixa umidade relativa do ar e temperaturas amenas, viabilizaram seu cultivo (Bulisani *et al.*, 1991).

As condições climáticas e a extensa tradição agrícola constatadas no Estado de São Paulo são favoráveis à expansão dessa cultura, inserindo-se como opção viável para diversificação de cultivo, no outono-inverno, com irrigação, nos esquemas de rotação com gramíneas e hortaliças. Inclusive, isso pode ser constatado em estudos fitotécnicos e de adaptação de cultivares e linhagens em distintos locais e anos agrícolas desenvolvidos nesse Estado, incluindo-se a região de Campinas (Wutke

*et al.*, 1990; Bulisani *et al.*, 1991; Wutke *et al.*, 1998).

Nos sistemas de produção com irrigação, o conhecimento da distribuição e a profundidade atingida pelas raízes, notadamente a efetiva, é fundamental na realização de projetos e no manejo das irrigações, possibilitando a determinação do armazenamento de água no solo e da profundidade para instalação de sensores de umidade e conseqüente controle das irrigações (Koffler, 1986; Pires *et al.*, 1991). Considera-se como profundidade efetiva a camada desde a superfície do solo até onde se concentram cerca de 80% do total das raízes finas, responsáveis pela absorção de água e nutrientes.

Stanley & Maynard (1990) citam que o sistema radicular da ervilha pode atingir até 1,5m, porém, a maior parte da extração de água pelas raízes ocorre da superfície até 0,6m a 1,0m de profundidade.

No Brasil, Marouelli *et al.* (1987) utilizaram profundidade efetiva de 20cm até o florescimento e de 40cm após este estágio, em experimentação com essa leguminosa. Posteriormente, em solo de cerrado, Marouelli & Oliveira (1989) determinaram a profundidade efetiva em torno de 40-50cm. Entretanto, os autores não fizeram referência às condições de fertilidade do solo em que a cultura se desenvolveu.

O estudo da morfologia e do crescimento do sistema radicular das plantas cultivadas, a campo, em geral apresenta certo grau de dificuldade, podendo ser realizado por diversos métodos, mencionados em Guimarães *et al.*, 1997a,b).

O método do trado tem sido bastante utilizado por sua simplicidade, baixo custo e por permitir um grande número de amostragens no campo, sem comprometimento da área amostrada. É um método trabalhoso, principalmente quanto à limpeza final das raízes, mas fornece avaliações coerentes em relação a outros métodos, como por exemplo, o de avaliação "de presença e ausência" e de filmagem do perfil com análise direta por meio do aplicativo SIARCS (Guimarães *et al.*, 1997b)

Em função de resultados não concordantes, da escassez de informações para a cultura da ervilha destinada à produção de grãos secos, particularmente nas condições do Estado de São Paulo e, ainda, do estudo do seu enraizamento em solo ácido, sem correção adequada

condição essa freqüentemente constatada em áreas de cultivo, objetivou-se, no presente trabalho, a avaliação preliminar da distribuição e da profundidade efetiva do sistema radicular dessa leguminosa ao longo de seu ciclo, como subsídio a estudos posteriores de natureza comparativa.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a campo, no Centro Experimental Central do Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, SP, no inverno de 1990, em solo latossolo vermelho distroférico, de textura argilosa. Suas características físicas e químicas estão relacionadas nas Tabelas 1 e 2.

O preparo do solo compreendeu aração de aiveca seguida de gradagem. Não foi efetuada a correção do solo com calcário nesta avaliação preliminar do desenvolvimento radicular. A adubação mineral

**Tabela 1.** Composição granulométrica de um Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa. Campinas, SP, 1990.

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
cm	%			
0-20	14	10	14	62
20-40	14	9	15	62
40-60	14	9	14	63

**Tabela 2.** Características químicas de um Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa. Campinas, SP, 1990.

Profundidade	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	T	V
cm	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			%		
0-20	4,3	25	13	2,0	6	2	52	62	16
20-40	4,5	18	2	1,5	7	3	38	50	24
40-60	4,8	17	1	0,8	6	3	31	41	24

consistiu da aplicação de 120 e 60kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, na semeadura, e 32kg de N.ha<sup>-1</sup>, em cobertura, aos 20 dias após esta.

Na semeadura, realizada em 19 de julho de 1990, utilizou-se o cultivar Mikado, recomendado para a produção de grãos secos e verdes,

no espaçamento de 40 cm entre linhas e população de 15 plantas por metro linear, conforme Wutke *et al.* (1998).

Para fins de suprimento hídrico à cultura, utilizou-se a irrigação por aspersão. O manejo da água foi realizado por meio de tensiômetros. Para tanto foram instalados oito tensiômetros distribuídos em três profundidades: 15, 30 e 45cm. Nas duas primeiras profundidades foram utilizados três instrumentos. As irrigações foram realizadas sempre que o potencial de água no solo atingia de 0,05 a 0,06 MPa de tensão nos tensiômetros instalados a 15cm de profundidade. Os demais tensiômetros foram utilizados no monitoramento da frente de molhamento do solo.

O sistema radicular foi avaliado em quatro épocas distintas, ao longo do ciclo das plantas, aos 32, 45, 82 e 96 dias após a semeadura (DAS), correspondendo aos estádios de desenvolvimento vegetativo; florescimento; enchimento dos grãos e pré-colheita respectivamente.

As amostras com raízes foram coletadas com trado tipo caneca de 7cm de diâmetro (Fujiwara *et al.*, 1994), ao lado das plantas, de 10 em 10cm até 60cm de profundidade, com 5 repetições, sendo individualmente acondicionadas em sacos plásticos com solução alcoólica a 5%. A separação das raízes foi feita pelo método de Gottingen (Bohm, 1979), por meio de lavagens sucessivas do material, com auxílio de uma peneira de malha 0,5mm de abertura. As impurezas do solo, orgânica, inorgânica, e as raízes mortas foram retiradas manualmente com auxílio de uma pinça.

A distribuição de raízes no solo foi posteriormente avaliada em função da quantidade de raízes secas (mg) por unidade de volume do solo (cm<sup>3</sup>), sendo então calculada a sua distribuição porcentual, para determinação da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura da ervilha.

Como parâmetro auxiliar a ser considerado na interpretação do desenvolvimento das raízes, avaliou-se também a resistência à penetração no perfil do solo (RP), por meio de determinações com penetrômetro de impacto (Stolf *et al.*, 1983), com 9 repetições. Essa avaliação foi realizada na fase de enchimento de grãos das plantas, aos 82 DAS, correspondendo à terceira época de avaliação do sistema radicular. Os resultados foram analisados segundo Stolf *et al.* (1983) e Stolf (1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas de ervilha foi em 27 de julho de 1990, uma semana após a sementeira e a colheita de grãos em 05 de novembro de 1990, aos 107 DAS. Os resultados da avaliação do sistema radicular dessa cultura, obtidos em diferentes épocas ao longo do seu ciclo, estão relacionados nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3.** Quantidade de raízes secas de ervilha, cultivar Mikado, por unidade de volume de solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) e respectivo erro padrão da média, em diferentes profundidades do solo, aos 32, 46, 82 e 96 dias após sementeira (DAS). Campinas, SP, 1990.

Profundidade	32 DAS <sup>(*)</sup>	46 DAS	82 DAS	96 DAS
-- cm --	$\text{g.cm}^{-3}$			
0-10	0,192 (0,072)	0,239 (0,024)	0,603 (0,154)	0,681 (0,224)
10-20	0,151 (0,093)	0,177 (0,036)	0,270 (0,027)	0,374 (0,054)
20-30	0,062 (0,050)	0,036 (0,006)	0,130 (0,014)	0,135 (0,026)
30-40	0,078 (0,047)	0,026 (0)	0,062 (0,010)	0,068 (0,006)
40-50	0,010 (0,006)	0,016 (0,006)	0,094 (0,034)	0,057 (0,005)
50-60	0,010 (0,006)	0,031 (0,005)	0,005 (0,005)	0,042 (0,006)
Total	0,504	0,525	1,164	1,356

<sup>(\*)</sup> DAS: dias após a sementeira. 32 DAS: desenvolvimento vegetativo; 46 DAS: florescimento; 82 DAS: enchimento de grãos e 96 DAS: pré-colheita.

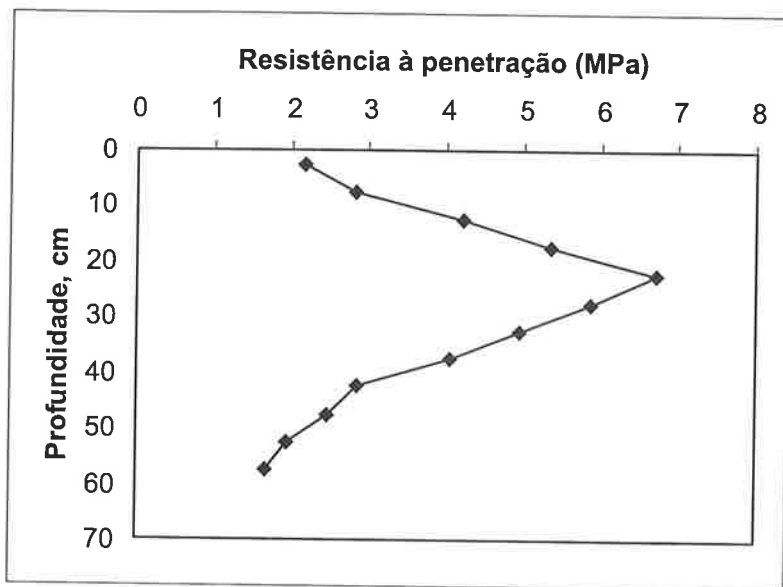
**Tabela 4.** Distribuição porcentual (%) e acumulada (%ac) de quantidade de raízes secas de ervilha, cultivar Mikado, por unidade de volume de solo, em diferentes profundidades do solo, aos 32, 46, 82 e 96 dias após a sementeira (DAS). Campinas, SP, 1990.

Profundidade	32 DAS <sup>(*)</sup>		46 DAS		82 DAS		96 DAS	
	%	% ac.	%	% ac.	%	% ac.	%	% ac.
--- cm ---								
0-10	38,1	38,1	45,5	45,5	51,8	51,8	50,2	50,2
10-20	29,9	68,0	33,7	79,2	23,2	75,0	27,6	77,8
20-30	12,4	80,4	6,9	86,1	11,2	86,2	10,0	87,7
30-40	15,5	95,9	5,0	91,1	5,4	91,5	5,0	92,7
40-50	2,1	97,9	3,0	94,1	8,0	99,6	4,2	96,9
50-60	2,1	100,0	5,9	100,0	0,4	100,0	3,1	100,0

<sup>(\*)</sup> DAS: dias após a sementeira. 32 DAS: desenvolvimento vegetativo; 46 DAS: florescimento; 82 DAS: enchimento de grãos e 96 DAS: pré-colheita.

Observou-se maior concentração de raízes nas camadas superficiais do perfil do solo, correspondentes a 0-10cm e 10-20 cm. Os valores totais de densidade de raízes ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) nos estádios de enchimento de grãos e pré-colheita, aos 82 e 96 DAS respectivamente, foram cerca de duas vezes maiores do que os observados nos estádios anteriormente avaliados. Isso é indicativo de um relevante incremento no desenvolvimento do sistema radicular desse cultivar de ervilha após o florescimento pleno das plantas (Tabela 3).

De acordo com os resultados da Tabela 4 nota-se uma redução acentuada na distribuição porcentual da densidade de raízes (massa seca de raízes/volume de solo) no perfil do solo. A profundidade efetiva das raízes variou entre 21 a 30cm, ao longo do ciclo (Tabela 4). Esses valores estão de acordo com o citado em Bulisani *et al.* (1991), em relação à camada de maior concentração das raízes da cultura da ervilha.



**Figura 1.** Valores médios de resistência à penetração no solo (MPa), com penetrômetro de impacto, modelo IAA/ PLANALSUCAR, em diferentes profundidades em solo latossolo vermelho distroférrico, aos 82 dias após a semeadura de ervilha, cultivar Mikado. Campinas, SP, 1990.

Por outro lado, os valores obtidos no presente trabalho são inferiores aos relatados por Stanley & Maynard (1990) e por Marouelli *et al.* (1996). Ainda, cabe ressaltar que Marouelli *et al.* (1987) utilizaram valores diferentes na profundidade efetiva da cultura ao longo do ciclo, maiores a partir do florescimento das plantas. No presente trabalho, entretanto, houve diminuição dessa profundidade.

A redução na profundidade efetiva pode estar relacionada às características químicas e físicas do solo, expostas na Tabela 2 e Figura 1.

O teor de matéria orgânica não estava adequado em nenhuma das profundidades, conforme Rajj *et al.* (1996), para solos de textura argilosa. A acidez estava muito elevada na profundidade de 0-20cm e elevada nas demais, sendo que o valor de pH considerado ideal para essa leguminosa é de cerca de 6,5, com saturação por bases entre 60 e 80%, o que também não se observou na área em estudo, já que os valores são muito baixos em todas as profundidades. Os teores de fósforo foram baixos na profundidade de 0-20cm e muito baixos nas demais, e os de magnésio foram baixos em todas as profundidades. Entretanto, o teor de cálcio, elemento promotor do crescimento radicular, apresentou-se médio em todas as profundidades e o de potássio, médio apenas a 0-20cm de profundidade, foi baixo nas demais (Rajj *et al.*, 1996).

O resultado da avaliação da compactação do solo com penetrômetro de impacto, na terceira época de avaliação das raízes, aos 82 DAS, encontra-se na Figura 1. Verificou-se maior compactação na camada entre 20 e 25cm de profundidade (7 MPa), com concentração de cerca de 75% do sistema radicular das plantas acima dessa profundidade (Tabela 4). Esse valor pode ser considerado muito elevado, quando comparado aos resultados observados em outras leguminosas, a partir dos quais verificaram-se restrições ao crescimento radicular das culturas. Assim, conforme informações em literatura compilada por Wutke *et al.* (2000) determinaram-se os valores entre 1,23 e 3,30 MPa na soja; entre 1,4 e 1,7 MPa no feijoeiro e cerca de 3,3 MPa no mungo (*Vigna radiata* L.). Entretanto, valores elevados de resistência à penetração (entre 6 e 8 MPa) também foram observados na camada de 15 até 35cm de profundidade, em feijoeiro cultivado em latossolo vermelho escuro, sem alteração na profundidade efetiva do sistema radicular da leguminosa (Wutke *et al.*, 2000).

Os elevados valores de resistência do solo à penetração, observados



no presente trabalho, também podem estar relacionados às práticas de preparo do solo, pois, de acordo com os dados da Tabela 1, não se verifica gradiente textural no perfil. Assim, em função da presença de compactação na camada de 20 a 25cm de profundidade, aliada às características químicas do solo, teve-se, no presente estudo, uma situação de possível comprometimento ao desenvolvimento radicular da ervilha.

## CONCLUSÕES

Nas condições de restrições físicas e químicas do solo onde se realizou o presente trabalho, houve desenvolvimento radicular de planta de ervilha, cultivar Milkado, até a fase de enchimento dos grãos e a profundidade efetiva foi de 25 cm em média.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHM, W. **Methods of Studying Root Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; HOUWING, L.; BALCHIN, D. Response of Strawberries to Irrigation Scheduling. **HortScience**, v.22, n.1, p.42-44, 1987.
- BULISANI, E.A.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, E.J. **Cultivo de Ervilha**. DARIO, G.J.A.(ed.). CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FITOTECNIA, 1., Piracicaba, 1991. Piracicaba: A.C.E. CERES/CALQ/ESALQ/SEMA, 1991. p.15-21.
- FUJIWARA, M.; KURACHI, S.A.H.; ARRUDA, F.B.; PIRES, R.C. M.; SAKAI, E. **A Técnica de Estudo de Raízes pelo Método do Trado**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. 9p. (IAC. Boletim Técnico, 153).
- GUIMARÃES, M.F.; BALBINO, L.C.; MEDINA, C.C.; RIBEIRO, A.M.A.; RALISH, R.; TAVARES FILHO, J. A Metodologia do Perfil Cultural e o Enraizamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro, 1997a.(Conferência)
- GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.C.; De MARIA, I.C.; TAVARES FILHO, J.; BICUDO, S.J.; CRESTANA, S. Três Metodologias de Avaliação de Raízes: Descrição, Limitações e Vantagens. In:

- CRUVINEL, P.E.; CRESTANA, S.; MARTIN NETO, L.; COLNAGO, L.A.; MATTOSO, L.H.C. (coord.). SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., São Carlos, 1996. **Anais**. São Carlos, CNPDIA/EMBRAPA, Janeiro, 1997b. p.295-304.
- KOFFLER, N.F. A Profundidade do Sistema Radicular e o Suprimento de Água às Plantas no Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 33:1-4, 1986.
- MAROUELLI, W.A. & OLIVEIRA, C.A.S. Irrigação da Ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 14(158): 32-37, 1989
- MAROUELLI, W.A.; GIORDANO, L.B.; SILVA, W.L.C.; GUEDES, A.C. Época de Paralisação das Irrigações em Ervilha. **Horticultura Brasileira**, v.5,n.1, p. 18-20, 1987
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L. de C.; SILVA, H.R. **Manejo da Irrigação em Hortaliças**. Brasília: EMBRAPA - CNPH, 1996. 72p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- STANLEY, C.D.; MAYNARD, D.N. Vegetables. In: STEWART, B.A; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of Agricultural Crops**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1990. cap.31, p.921-947.
- STOLF, R. Teoria e Teste Experimental de Fórmulas de Transformação dos Dados de Penetrômetro de Impacto em Resistência do Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p. 229-235, 1991.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. Penetrômetro de Impacto - Modelo IAA/Planalsucar - STOLF (Recomendações para o seu Uso). **STAB**, Piracicaba, v.1, n.3, p.18-23, 1983.
- TORREY, J. G. & ZOBEL, R. Root Growth and Morphogenesis. In: SITCLIFFE, J. F. & PATE, eds. **The Physiology of the Garden Pea**. London: London Academic Press, 1977. P.119-152.
- WUTKE, E.B.; AMBROSANO, E.J.; BULISANI, E.A. Ervilha-de-Grãos. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Instruções Agrícolas para o Estado de São Paulo**. 6.ed.

- Campinas, p.280, 1998. (IAC. Boletim, 200).
- WUTKE, E.B.; AMBROSANO, E.J.; BULISANI, E.A.; CASTRO, J.L. de; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETTO, N.; SORDI, G. de. Competição de Cultivares e Linhagens de Ervilha de Grãos em Diferentes Regiões Paulistas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 42., Porto Alegre, 1990. **Anais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990, p.13-14.
- WUTKE, E.B.; ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G.M.B. Propriedades do Solo e Sistema Radicular do Feijoeiro Irrigado em Rotação de Culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v.24, p.621-633, 2000.