

IX. IRRIGAÇÃO

PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR DAS CULTURAS DE FEIJÃO E TRIGO SOB PIVÔ CENTRAL⁽¹⁾

REGINA CÉLIA DE MATOS PIRES⁽²⁾, FLÁVIO BUSSMEYER ARRUDA⁽²⁾,
MAMOR FUJIWARA⁽²⁾, EMÍLIO SAKAI⁽²⁾ e NELSON BORTOLETTO⁽²⁾

RESUMO

O estudo foi realizado na Estação Experimental de Votuporanga, do Instituto Agronômico, em solo podzolizado com as culturas de feijão e trigo irrigadas por pivô central no inverno de 1989. O objetivo foi a determinação da profundidade efetiva do sistema radicular, como um dos parâmetros fundamentais no manejo das irrigações. Estas eram realizadas quando a tensão da água no solo atingia 0,05 a 0,06 MPa, controlada por tensiômetro a 15cm de profundidade. Foram feitas três medições quinzenais de raízes em cada cultura, utilizando-se trado tipo caneca de 7cm de diâmetro. As amostragens foram tomadas na linha de plantio, de 10 em 10cm até à profundidade de 60cm. Os resultados indicam que, para o manejo adequado da irrigação, a profundidade do sistema radicular a ser considerada deve ser de 30 e de 40cm, respectivamente, nas culturas de feijão e de trigo no solo em questão.

Termos de Indexação: feijão, trigo, distribuição de raízes, irrigação e pivô central.

ABSTRACT

ROOT-SYSTEM DEPTH OF FIELD BEANS AND WHEAT UNDER CENTER PIVOT

Studies aiming to determine the root depth as a field parameter for irrigation designs and managements were carried out on beans and wheat crops. A field work was conducted during the winter of 1989 in a podzolic soil, under central pivot

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Piracicaba (SP), em 16-20 de julho de 1990. Pesquisa financiada pelo Programa Especial de Irrigação da Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Recebido para publicação em 13 de setembro de 1990 e aceito em 30 de março de 1991.

⁽²⁾ Seção de Irrigação e Drenagem, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas (SP).

⁽²⁾ Estação Experimental de Votuporanga, IAC.

irrigation, at the Experimental Station of Votuporanga, Instituto Agronômico de Campinas, State of São Paulo, Brazil. Water was applied whenever soil water tension was 0.05 to 0.06MPa, at 15cm depth, controlled by tensiometer. Three root measurements were made in each crop, with 15 days interval. In each case, five replication samples were taken, within planting row, up to 60cm depth at 10cm intervals using an auger of 7cm diameter. The results indicated that the effective root depth for using in irrigation practice were 30 and 40cm, respectively, for field beans and wheat.

Index terms: beans, wheat, root distribution, irrigation, center pivot.

1. INTRODUÇÃO

Entre os parâmetros necessários para os projetos e manejo das irrigações, destaca-se a profundidade efetiva das raízes. Entende-se por profundidade efetiva a camada desde a superfície do solo onde se concentra a maioria das raízes absorventes ou finas (DAKER, 1984). A partir dessa informação, determina-se a profundidade para instalação de sensores de umidade no solo para o controle das irrigações e armazenamento de água no solo.

O desenvolvimento das raízes e sua atuação como superfície absorvente depende de muitos fatores relativos ao solo que as circunda. A resistência mecânica, a umidade, a aeração e a fertilidade do solo podem impor fortes restrições ao crescimento das raízes em regiões tropicais (KRAMER, 1969, JUNG, 1978).

Algumas medições na cultura do feijoeiro foram feitas em São Paulo por INFORZATTO & MIYASAKA (1963) e REICHARDT et al. (1974). Na cultura do trigo, em Brasília, ESPINOZA et al. (1980) estimaram indiretamente o sistema radicular, pelo monitoramento da água no solo. As determinações desses autores, bem como outros estudos de raízes de cereais, em geral, além de escassas, nem sempre são suficientemente informativas sobre as condições de solo e cultivo.

Com o advento do equipamento de irrigação por pivô central, um novo sistema de produção de grãos se tornou viável em grandes áreas. Suas principais características são: cultivo intensivo da terra, com, pelo menos, duas culturas por ano; alta frequência de irrigação, com turno de rega de 2 a 5 dias e aplicações leves de água. Portanto, áreas sob pivô central podem ter condições de cultivo diferentes daquelas tradicionais de sequeiro. As informações de sistema radicular utilizadas para orientação das irrigações existentes foram reunidas por ARRUDA (1987), principalmente de condições de sequeiro ou com irrigações esporádicas.

O presente trabalho tem o objetivo de determinar a profundidade efetiva de duas importantes culturas de inverno sob pivô central e relacioná-la às características químicas e físicas dos solos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Estação Experimental de Votuporanga, região noroeste do Estado de São Paulo. As determinações foram feitas numa área de 25ha, sob um sistema de irrigação por pivô central, 70% cultivada com feijão e o restante, com trigo. O solo foi classificado, por PRADO & JORGE(4), como podzólico vermelho-amarelo latossólico eutrófico, textura arenosa/média, relevo suave ondulado. Sua composição granulométrica foi determinada pela Seção de Pedologia do IAC, conforme CAMARGO et al. (1986) - Quadro 1.

A análise química do solo - Quadro 2 - foi realizada pela Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (IAC) conforme método descrito por RAIJ & QUAGGIO (1983).

O preparo do solo para o cultivo de feijão e trigo foi convencional, com aração e gradagem.

O plantio de feijão teve início a 6 de junho de 1989, com o cultivar Carioca 80. A população final foi de 10 plantas por metro linear, espaçadas de 0,60m. Foram realizadas adubações de plantio, em cobertura (30 dias após o plantio) e, posteriormente, duas adubações foliares com uréia a 5%.

QUADRO 1. Composição granulométrica do podzólico vermelho-amarelo latossólico eutrófico, textura arenosa/média da Estação Experimental de Votuporanga

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
cm	%			
0-15	6	72	8	14
15-28	3	74	8	15
28-51	3	77	10	10
51-82	3	67	10	20
82-114	2	71	4	23
114-160	2	72	8	18
160-200	3	71	9	17

(4) PRADO, H. & JORGE, J.A. Levantamento e caracterização físico-hídrica dos solos da Estação Experimental de Votuporanga. Campinas, Instituto Agronômico. (Boletim científico em preparo)

QUADRO 2. Composição química do podzólico vermelho-amarelo latossólico eutrófico, textura arenosa/média, da Estação Experimental de Votuporanga, cultivado com feijão e trigo no inverno de 1989

Profundidade	P	MO	pH em CaCl ₂	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V
cm	ppm	%		meq/100cm ³				— % —		
Feijão										
0-20....	14	1,5	4,7	0,17	1,4	0,4	2,0	2,0	4,0	50
20-40....	5	1,1	4,8	0,16	1,3	0,4	1,8	1,9	3,7	51
40-60....	2	0,8	4,9	0,20	1,2	0,5	1,5	1,9	3,4	56
Trigo										
0-20....	16	1,4	5,1	0,13	1,4	0,5	1,8	2,0	3,8	53
20-40....	18	1,1	4,8	0,12	1,3	0,5	2,0	1,9	3,9	49
40-60....	4	0,9	4,7	0,11	1,0	0,3	1,6	1,4	3,0	47

O trigo foi plantado em 20 de junho de 1989, utilizando-se o cultivar IAC-25 (Pedrinhas). A população final foi de 53 plantas por metro linear, espaçadas de 0,17m. Realizou-se adubação de plantio e cobertura nitrogenada aos 30 dias após o plantio.

No decorrer do ciclo das culturas, efetuaram-se capinas de modo a manter o solo limpo de ervas daninhas.

A colheita de feijão ocorreu em 12 de setembro de 1989. Foram colhidas oito parcelas de 4,8m² de dimensão. No trigo, foram colhidas oito parcelas de 6,12m² em 26 de setembro de 1989.

O controle das irrigações foi feito com base em tensiômetros na cultura do feijoeiro. As profundidades de instalação desses aparelhos foram de 15, 30 e 45cm, com três repetições. Realizaram-se as irrigações quando pelo menos dois dos tensiômetros mais superficiais atingiam 0,05 MPa de tensão (ESPINOZA et al., 1980; DAKER, 1984; ARRUDA, 1987; BULISANI et al., 1987; FARIA & OLITTA, 1987). Os demais tensiômetros objetivaram o controle da frente de molhamento.

No estudo do sistema radicular utilizou-se um trado tipo caneca de 7cm de diâmetro. As amostragens foram tomadas na linha de plantio de 10 em 10cm, até a profundidade de 60cm, com cinco repetições em três datas após o florescimento. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, aos quais adicionou-se uma solução alcoólica a 10%, e mantidas em repouso por, pelo menos, 24 horas. Posteriormente, por meio de lavagens sucessivas no material, foi feita a separação das raízes, com auxílio de uma peneira de malha de 0,5mm de abertura (BOHM, 1979).

As impurezas do solo e as raízes mortas misturadas às raízes da cultura foram retiradas manualmente com auxílio de uma pinça, antes da secagem a 60°C em estufa e da pesagem final.

O aspecto de impedimento físico do solo à penetração foi investigado por meio de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar (STOLF et al., 1983). Realizaram-se quinze repetições com penetrômetro para cada dia de teste e cultura, sendo os resultados elaborados conforme STOLF et al. (1983).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção do feijoeiro foi, em média, 1.709kg/ha, com coeficiente de variação de 13,8%. Valores de produção semelhantes foram obtidos por MAGALHÃES & MILLAR (1978) e SILVEIRA et al. (1984), em experimentação com o feijoeiro irrigado.

No trigo irrigado, a produção média obtida foi de 2.010kg/ha, com coeficiente de variação de 7%. Na fase final de granação, houve severa redução na área foliar devido a doenças fúngicas, reduzindo drasticamente a produção de grãos. A altura máxima atingida durante o ciclo foi de 90cm, sem ocorrência de acamamento.

A frequência das irrigações foi variável, sendo o menor intervalo de um dia e o maior, de nove dias, quando intercalado com a ocorrência de chuvas. As irrigações sempre se basearam na cultura de feijão, o que pode ter contribuído para uma pequena redução na produção do trigo.

Os resultados da avaliação do sistema radicular das culturas de feijão e trigo obtidos durante o ciclo das culturas, são apresentados, respectivamente, nos quadros 3 e 4.

Os resultados de densidade de raízes (Quadros 3 e 4) indicam maior concentração nos horizontes superficiais, em ambas as culturas, porém mais acentuada para a do feijão. Os valores obtidos podem ser considerados menores do que os observados por outros autores, porque incluem apenas as raízes finas das culturas.

Existem diferenças entre as datas amostradas, porém maiores diferenças seriam esperadas na fase de estabelecimento das culturas.

Analisando-se os resultados para fins de manejo de irrigação, nesse tipo de solo, parece ser adequado considerar a profundidade efetiva do sistema radicular de 30cm para o feijoeiro, onde se concentram mais de 80% das raízes finas - Quadro 5. A partir dessa profundidade, ocorre uma drástica redução na distribuição percentual das raízes. Esse resultado coincide com o obtido por REICHARDT et al. (1974), que, trabalhando em latossolo roxo, verificaram que 90% das raízes estavam nos primeiros 30cm do perfil do solo. Já INFORZATTO &

MIYASAKA (1963), trabalhando em condições de sequeiro, relataram que, para um podzólico vermelho-amarelo de Monte Alegre do Sul, 84% das raízes encontravam-se a 20cm de profundidade. Esses autores também observaram que, para um podzolizado de Lins e Marília, de Pindorama, cerca de 97% das raízes se situaram na mesma profundidade. Resultados similares são apresentados por ROVIRA (1975) e CAIXETA et al. (1983).

QUADRO 3. Densidade média das raízes e respectivo erro padrão da média da cultura de feijão em função da profundidade em três diferentes dias após o plantio (DAP)

Profundidade	Densidade de raízes		
	45 DAP	62 DAP	78 DAP
cm	mg/cm ³		
0-10	0,79 (0,18)	0,80 (0,12)	0,77 (0,18)
10-20	0,58 (0,07)	0,95 (0,10)	0,94 (0,18)
20-30	0,34 (0,08)	0,31 (0,07)	0,62 (0,19)
30-40	0,11 (0,04)	0,15 (0,06)	0,20 (0,04)
40-50	0,04 (0,01)	0,06 (0,02)	0,17 (0,05)
50-60	0,03 (0,00)	0,04 (0,01)	0,08 (0,02)

QUADRO 4. Densidade média das raízes e respectivo erro padrão da média da cultura de trigo em função da profundidade, em três diferentes dias após o plantio (DAP)

Profundidade	Densidade de raízes		
	48 DAP	63 DAP	83 DAP
cm	mg/cm ³		
0-10	0,27 (0,06)	0,58 (0,10)	1,05 (0,08)
10-20	0,32 (0,10)	0,43 (0,06)	0,41 (0,08)
20-30	0,30 (0,07)	0,35 (0,08)	0,31 (0,04)
30-40	0,22 (0,05)	0,26 (0,02)	0,18 (0,03)
40-50	0,21 (0,04)	0,21 (0,05)	0,14 (0,03)
50-60	0,15 (0,02)	0,17 (0,03)	0,09 (0,02)

Na cultura do trigo, pode-se adotar 40cm como profundidade efetiva do sistema radicular. O resultado obtido é semelhante ao recomendado para São Paulo por ARRUDA (1987), porém mais profundo do que aquele relatado por ESPINOZA et al. (1980), para as condições do cerrado de Brasília, em latossolo vermelho-amarelo. As diferenças podem ser devidas às condições de maior acidez e menor fertilidade do cerrado, além das diferenças varietais de ambos os ensaios. FELÍCIO et al. (1990), com base em estudos em condições de campo e em solução nutritiva, indicam que o cultivar IAC-25 apresenta moderada tolerância ao alumínio. Esse caráter, associado às condições mais favoráveis de crescimento do local, resultou em maior profundidade do sistema radicular.

A compactação do solo vêm sendo problema sério em áreas irrigadas, principalmente em solos onde se cultiva mais de uma cultura por ano. Os resultados de sua avaliação, feita com o penetrômetro - Figura 1 - representam a combinação das características físicas e grau de umidade do solo.

Os valores mais elevados de resistência à penetração, observados na cultura do trigo, devem-se, provavelmente, à maior extração de água pelo trigo, resultado do maior enfolhamento. Observações visuais mostraram que o trigo apresentava cobertura vegetal completa desde o florescimento e o feijoeiro, cobertura incompleta durante todo o seu ciclo. Analisando-se os resultados dos perfis (Figura 1), pode-se reconhecer a presença de uma camada mais compactada em todas as determinações no perfil do solo. Há um aumento crescente, em profundidade, da resistência à penetração até a camada aproximada de 30-40cm, com posterior redução gradual.

QUADRO 5. Distribuição percentual média acumulada em profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central

Profundidade cm	Distribuição acumulada do sistema radicular	
	Feijão %	Trigo %
0-10	34	33
10-20	69	54
20-30	87	71
30-40	94	83
40-50	98	93
50-60	100	100

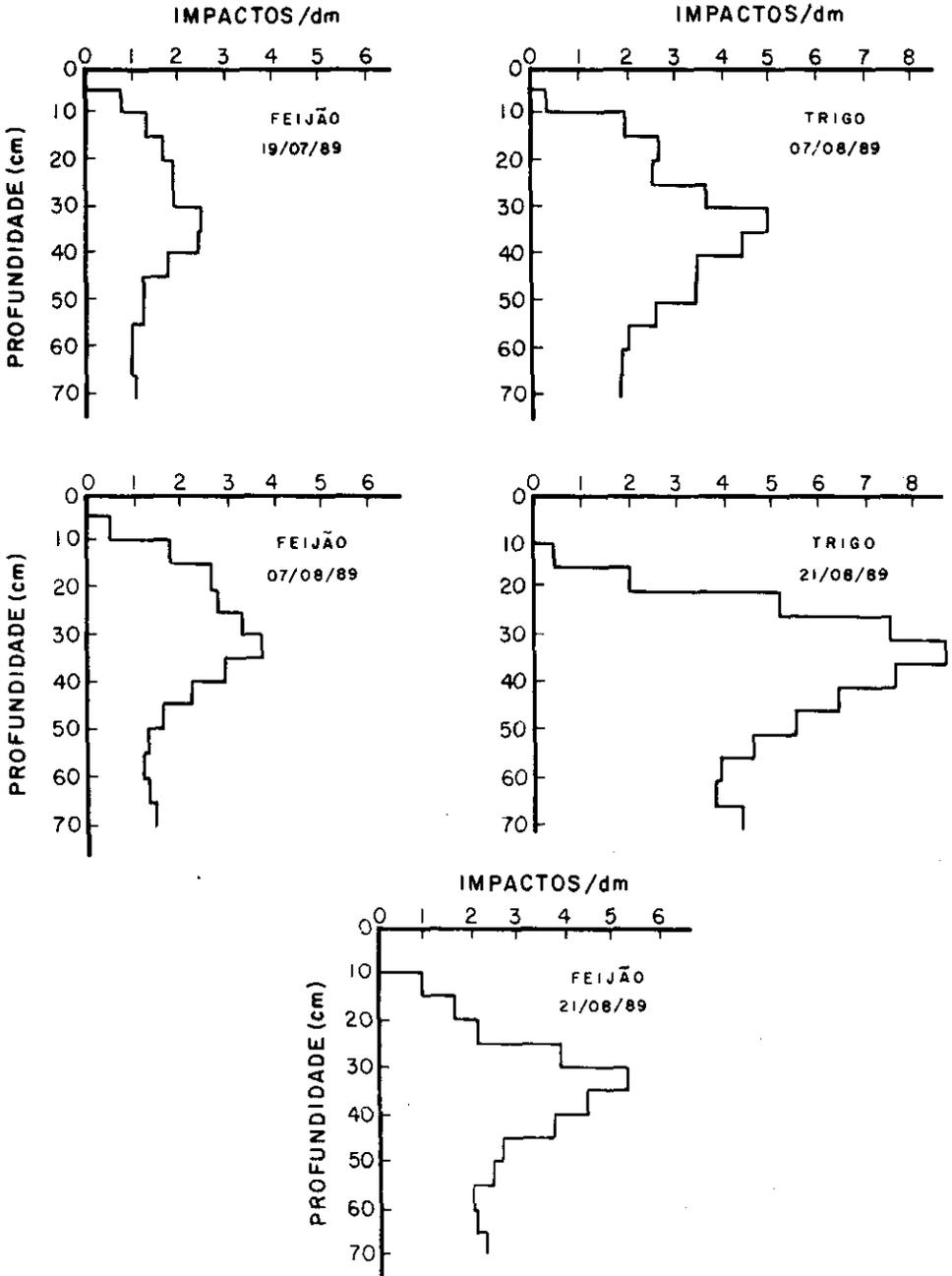


FIGURA 1. Impactos por decímetro obtidos em função da profundidade para as culturas de feijão e trigo cultivadas em podzólio vermelho-amarelo latossólico eutrófico, textura arenosa/média, em Votuporanga, em diferentes dias após o plantio (DAP), no inverno de 1989.

O solo em questão apresenta composição granulométrica (Quadro 1) bastante uniforme nos horizontes superficiais. Assim, as diferenças observadas no perfil de resistência à penetração ao longo do perfil do solo (Figura 1) devem ser atribuídas à compactação do solo e não a um possível gradiente textural.

Os resultados da análise química (Quadro 2), de forma similar à composição granulométrica, não indicaram uma possível restrição ao crescimento das raízes. Exceto para os teores de fósforo, de modo geral, o solo amostrado apresentou valores relativamente uniformes em profundidade.

A profundidade em que ocorre a camada mais compactada (30-40cm) mostrou-se coincidente com a redução na quantidade de raízes, conforme mostram os quadros 3, 4 e 5 e a figura 1.

4. CONCLUSÕES

Para as condições de cultivo intenso sob pivô central e para fins de manejo de irrigação, as profundidades efetivas do sistema radicular das culturas de feijão e trigo são 30 e 40cm respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, F.B. Uso da água na produção agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, Campinas, 1987. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.177-199.
- BOHM, W. *Methods of studying root systems*. Berlin, Springer-Verlag, 1979. 189p.
- BULISANI, E.A., coord. *Feijão: fatores de produção e qualidade*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 326p.
- CAIXETA, T.J.; PURCINO, J.R.C. & SILVA, L. Irrigação de algumas culturas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 9(100):65-76, 1983.
- CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. & VALADARES, J.M.A. da S. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106)
- DAKER, A. *A água na agricultura: irrigação e drenagem*. 6.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1984. v.3, 543p.
- ESPINOZA, W.; SILVA, E.M. da & SOUZA, O.C. de. Irrigação de trigo em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 15(1):107-115, 1980.
- FARIA, R.T. de & OLITTA, A.F.L. Lâmina de irrigação na cultura do trigo utilizando o sistema de "aspersão em linha". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22(9/10):999-1008, 1987.

- FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; VITTI, P. & GALLO, P.B. IAC 25 (Pedrinhas) e IAC 161 (Taiamã): novos cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, 49(1):105-125, 1990.
- INFORZATTO, R. & MIYASAKA, S. Sistema radicular do feijoeiro em dois tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 22(2):477-481, 1963.
- JUNG, G.A., ed. *Crop tolerance to suboptimal land conditions*. Madison, American Society of Agronomy, 1978. 343p. (Special publication, 32)
- KRAMER, P.J. *Plant and soil water relationships: a modern synthesis*. New York, McGraw-Hill, 1969. 538p.
- MAGALHÃES, A.A. de & MILLAR, A.A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 13(2):55-60, 1978.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81)
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L. & SANTOS, J.M. dos. *An analysis of soil-water movement in the field: II. Water balance in a snap bean crop*. Piracicaba, CENA, 1974. 19p. (Boletim científico, BC-022)
- ROVIRA, L.A.A. *Estudo do sistema radicular do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) var. Carioca*. Piracicaba, ESALQ, 1975. 86p. Tese (Doutorado).
- SILVEIRA, P.M. da; STEINMETZ, S.; GUIMARÃES, C.M.; AIDAR, H. & CARVALHO, J.R.P. de. Lâminas de água e turnos de rega na cultura do feijoeiro de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19(2):219-223, 1984.
- STOLF, R.; FERNANDES, J. & FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto - modelo IAA/Planalsucar - STOLF (Recomendações para o seu uso). *STAB*, Piracicaba, 1(3):18-23, 1983.