

EFEITO DO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR NA PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO ENXERTADO EM MOCOCA, SP¹.

Emilio SAKAI², Paulo Boller GALLO³, Joel Irineu FAHL², Flávio Bussmeyer ARRUDA², Angela IAFFE⁴, Regina Célia de Matos PIRES², Rinaldo de Oliveira CALHEIROS²

RESUMO: Avaliaram-se sistemas radiculares de cafeeiro em experimento de enxertia de duas cultivares de *Coffea arabica*, Catuaí e Mundo Novo, sobre espécies de *C. canephora*, *C. congensis*, *C. arabica* e em pé franco cultivados em um podzólico vermelho escuro eutrófico na Estação Experimental de Agronomia de Mococa. Relacionou-se o desenvolvimento radicular com as produções de café. Os porta-enxertos das espécies *C. canephora* e *C. congensis* apresentaram em média o dobro da densidade de raízes nas camadas superficiais de 0,20 m. Em função dessa maior concentração, a profundidade efetiva, estimada pela somatória dos primeiros 80% das raízes finas, foram cerca de 0,05 m menores. Enquanto na espécie arábica a profundidade efetiva foi de 0,65 m nas outras de 0,60 m em condições semelhantes de fertilidade, resistência de solo à penetração e déficit hídrico, portanto, na influência do fator genético. A produtividade relacionou-se melhor com a densidade de raízes do que com a profundidade efetiva.

PALAVRAS CHAVE: café, sistema radicular, densidade de raízes, profundidade efetiva.

ABSTRACT: Coffee root system was evaluated in an experiment of rootstock comparison, in a podzolic soil, in Mococa, SP, Brazil. The plant material of cv. Mundo Novo and Catuaí (*C. arabica*, L.) were compared to same material grafted over *C. canephora* and *C. congensis*. It was found that *C. canephora* and *C. congensis* had twice root density in the first 0.20 m than *C. arabica*. Hence, the estimated effective root depth (80% of the active root system) of both were shallower than the 0.65 m found for *C. arabica*. This difference is due to genetic factor since the good soil fertility, the low soil penetration resistance and water regime were the similar in all treatments. The final coffee yield was better correlated to root density than the effective root depth.

KEYWORDS: root density, irrigation depth, coffee.

INTRODUÇÃO: O café constitui a cultura perene mais importante e difundida na América Latina. Originária da África, a cultura expandiu-se e adaptou-se as mais variadas condições ecológicas da faixa tropical. Planta-se café no Brasil desde o Estado do Paraná até Rondônia, em altitudes que variam de alguns metros a mais de 1000m acima do nível do mar. Não obstante essa variabilidade, a produtividade e a qualidade do produto estão diretamente relacionadas as variações de disponibilidade de água no sistema solo-planta-atmosfera. Segundo Santinato et al. (1996), em locais onde o déficit hídrico é menor que 100 mm, a região é apta ao cultivo do cafeeiro sem irrigação, todavia, se este ocorrer no período crítico da floração à granação ou ainda em locais com déficit acima de 200 mm, a aplicação complementar de água torna-se obrigatória. Para quantificar adequadamente o volume e a frequência a ser aplicado por um determinado método de irrigação é importante conhecer a zona de exploração do sistema radicular. A otimização da umidade do solo evita perdas tanto vegetativas quanto produtivas do cafeeiro e nem altera as propriedades físico-químicas do solo. A conformação do sistema radicular depende inicialmente da sua constituição genética. As condições de solo podem induzir reações no sistema radicular que modificarão a sua estrutura e desenvolvimento. Entre os fatores que mais influem no sistema radicular está a fertilidade, o teor de umidade e a compactação ou impedimento físico que condiciona também a uma menor aeração no solo (Taylor & Arkin, 1981, Kramer, 1983). A utilização da técnica da enxertia possibilitou a combinação de fatores qualitativos da espécie arábica com a rusticidade e tolerância às condições adversas do ambiente da *C. canephora*. Neste trabalho avaliou-se a densidade e a profundidade efetiva do sistema radicular de plantas de café enxertadas e o seu efeito nas produções sob condições de déficit hídrico natural em Mococa.

¹ Projeto financiado pelo **CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ**

² Engo. Agro., Dr., Pesquisador científico, Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo (IAC), APTA. Caixa Postal 28, CEP11.001-970. Campinas. E-mail: emilio@cec.iac.br, farruda@cec.iac.br.

³ Engo. Agro., Ms., Pesquisador científico, Estação Experimental de Agronomia de Mococa, IAC, APTA

⁴ Enga. Agric., Ms., Bolsista do PNP&D-Café, FUNAPE, Centro de Ecofisiologia e Biofísica, IAC, APTA. E-mail: iaffe@cec.iac.br.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Agronomia de Mococa do IAC, situado a latitude de 21° 28' S e a longitude de 47° 01' W, numa altitude de 665m. O clima regional é, segundo classificação de Köppen, "Cwa", com verão quente e úmido e inverno ameno e seco. O solo do local foi classificado como podzólico vermelho escuro eutrófico, Tb, A moderado, textura média/argilosa pouco profundo⁵. As características químicas e texturais encontram-se no Quadro 1.

Profund.	Composição granulométrica				PH	Ca	Mg	K	Al	V
	A.	A. fina	Silte	Argila						
M	g.kg ⁻¹				H ₂ O	mmol _c .dm ⁻³				%
0,0 - 0,2	300	200	180	320	5,5	34	8	3,2	2,6	49
0,2 - 0,4	130	90	190	590	5,2
0,6 - 0,8	150	70	240	540	5,7	30	8	0,9	0,7	68
1,0 - 1,2	160	100	250	490	5,9	27	9	0,8	0,6	71

Quadro 1. Valores médios da composição granulométrica e química do podzólico vermelho escuro eutrófico observados na Estação Experimental de Mococa.

Trata-se, portanto, de um solo eutrófico cuja fertilidade é adequada ao desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro. As adubações de produção assim como todos os tratamentos fitossanitários foram efetuados conforme recomendações de Fazuoli et al., (1998). O balanço hídrico seriado decendial foi calculado pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), a partir de 1993, uma vez que o cafeeiro foi recepado em setembro de 1992. Considerou-se no balanço um armazenamento hídrico máximo no solo de 100 mm, cujos resultados apresentaram défices hídricos anuais de até 280 mm, conforme a síntese apresentada no Quadro 2.

Ano	Evapotransp. Pot.	Precipitação	Excedente hídrico	Défice hídrico	Decendios com défice
	mm				no.
1993	1098	1332	378	99	13
1994	1189	1589	626	229	17
1995	1174	1764	843	253	20
1996	1085	1768	361	91	12
1997	1155	1666	720	211	18
1998	1187	1188	154	159	22
1999	1137	1202	349	280	23

Quadro 2. Resultados do balanço hídrico decendial acumulado, calculado a partir de informações coletadas no posto meteorológico da Estação Experimental de Mococa.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com dez tratamentos e cinco repetições. Cada parcela constituiu-se de quatro covas úteis espaçadas de 3,5 x 2,0 m com duas plantas cada. As plantas de café foram da espécie *Coffea arabica*, cultivar Catuaí e Mundo Novo enxertadas sobre *Coffea canephora*, LC 2258 (cv Apoatã) e LC 2286 ou sobre *Coffea congensis* (cv Bangelan 5), ou sobre a própria cultivar, ou ainda conduzido como pé franco, conforme relação no Quadro 3.

Tratamentos	Progênes	Tratamentos	Progênes
T1	Catuaí x Apoatã	T6	Mundo Novo x LC 2286
T2	Catuaí x Bangelan 5	T7	Catuaí x Catuaí
T3	Catuaí x LC2286	T8	Mundo Novo x Mundo Novo
T4	Mundo Novo x Apoatã	T9	Mundo Novo
T5	Mundo Novo x Bangelan 5	T10	Catuaí

Quadro 3. Relação dos tratamentos e respectivas progênes de cafeeiro instalado em Mococa

O critério adotado para a avaliação do sistema radicular foi através de amostragens sucessivas de 0,10 em 0,10 m até a profundidade de 1,00 m, em todas as parcelas. Utilizou-se de um trado tipo caneca (Fujiwara et

⁵ Lepsch, I.F., Moniz, A.C., Torrado, P.V. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Mococa. Trabalho em andamento.

al., 1994) para as amostragens, que foram retiradas na linha de plantio entre duas plantas e nas entre linhas a 0,50 e 1,00 m da planta. Para auxiliar na separação das raízes, nas amostras foram adicionadas uma solução alcoólica de 5%, e após 24h lavadas em água corrente com auxílio de tamis de malha 32 e 0,5 mm de abertura. Após a limpeza manual de impurezas, como raízes mortas ou de outras plantas e detritos, foram selecionadas as raízes finas (<1mm de Ø), que foram secas em estufa a 60°C, por 24 h e pesadas em balança analítica de 0,1mg de precisão. A partir desses pesos calculou-se a densidade de raízes, (mg.cm⁻³) e estimou-se a profundidade efetiva para cada um dos tratamentos. A resistência do solo foi estimada através do penetrômetro de impacto, Stolf (1983), nas proximidades de coletas de amostras do sistema radicular. Após a colheita determinou-se a produção, considerando-se o peso de café beneficiado como 50% do peso do café em coco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para a avaliação do sistema radicular, os pesos das raízes das amostras foram transformados em densidade dividindo-os pelos volumes que ocupavam. Os resultados, expressos em mg.cm⁻³, são apresentados no Quadro 4. Observa-se que o sistema radicular da espécie arábica apresenta desenvolvimento menos intenso que de outras espécies nas camadas superficiais. As estimativas da profundidade efetiva do sistema radicular para as diferentes combinações de progênies são apresentadas no Quadro 5. Considerou-se como profundidade efetiva, aquela onde se encontravam 80% das raízes finas.

Profund m	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
	mg.cm ⁻³									
0,00-0,10	0,58	0,70	0,55	0,57	0,53	0,65	0,29	0,39	0,26	0,25
0,10-0,20	0,45	0,44	0,48	0,48	0,41	0,53	0,21	0,44	0,27	0,35
0,20-0,30	0,30	0,24	0,30	0,24	0,20	0,37	0,30	0,23	0,29	0,33
0,30-0,40	0,25	0,21	0,23	0,22	0,16	0,38	0,22	0,25	0,22	0,30
0,40-0,50	0,20	0,20	0,18	0,25	0,13	0,37	0,25	0,20	0,20	0,18
0,50-0,60	0,26	0,17	0,15	0,19	0,13	0,20	0,22	0,19	0,14	0,20
0,60-0,70	0,24	0,14	0,19	0,15	0,14	0,15	0,19	0,15	0,15	0,17
0,70-0,80	0,17	0,13	0,13	0,14	0,07	0,16	0,12	0,10	0,12	0,09
0,80-0,90	0,16	0,11	0,12	0,11	0,07	0,12	0,15	0,14	0,08	0,04
0,90-1,00	0,10	0,03	0,05	0,09	0,05	0,07	0,09	0,13	0,11	0,04
Média	0,27	0,24	0,24	0,25	0,19	0,30	0,20	0,22	0,18	0,20

Quadro 4. Densidade do sistema radicular do cafeeiro em Mococa, em camadas de 0,1 em 0,1 m.

Profund. m	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
	%									
0,00-0,10	20,4	30,0	22,9	22,3	27,8	22,3	14,5	17,3	13,7	12,8
0,10-0,20	37,6	48,5	43,3	41,7	49,6	39,5	24,6	37,3	28,7	30,8
0,20-0,30	48,4	58,6	56,3	52,0	60,3	51,6	39,1	47,6	44,2	47,7
0,30-0,40	57,7	67,4	66,0	61,0	69,1	63,1	49,5	58,9	56,1	63,2
0,40-0,50	65,4	75,8	73,6	72,4	75,9	74,7	61,7	67,9	67,5	72,5
0,50-0,60	75,2	82,7	80,1	80,5	82,7	81,4	72,4	76,3	74,9	82,8
0,60-0,70	83,7	88,4	87,8	86,1	89,9	86,8	81,9	83,0	83,2	91,4
0,70-0,80	90,0	94,0	93,0	91,8	93,8	92,5	87,4	87,7	89,5	95,9
0,80-0,90	96,1	98,6	97,9	96,6	97,7	97,1	95,3	94,0	94,1	98,0
0,90-1,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quadro 5. Porcentagem acumulada por camadas de 0,1 m para estabelecimento da profundidade efetiva do sistema radicular do cafeeiro em tratamentos de enxertia em Mococa. Em negrito, a camada em que situa-se a profundidade efetiva.

O conhecimento da profundidade efetiva é importante para o planejamento e manejo da irrigação. Contudo, deve-se considerar o fator genético nessas avaliações. Em função da maior densidade de raízes nas camadas superficiais das espécies *C. canephora* e *C. congensis*, elas apresentaram profundidade efetiva menores (Quadro 5), não implicando necessariamente em maior susceptibilidade a deficiência hídrica. A resistência do solo à penetração é uma combinação de fatores físicos e do seu teor de umidade. Os resultados das avaliações realizadas em condições de capacidade de campo são apresentados no Quadro 6, na forma de média associada ao seu respectivo erro padrão. Verifica-se que não há diferenças entre tratamentos, mesmo

se tratando de um podzólico, tão pouco qualquer impedimento físico que impeça o desenvolvimento das raízes em profundidade, exceto em condições de excesso de água em que o método utilizado não detecta. A análise dos resultados de produção indicou que foram significativos as diferenças entre tratamentos para ambas as cultivares, que não diferiram entre si. As produções foram superiores quando o porta enxerto utilizado foi das espécies *C. canephora* ou *C. congensis*. Quando enxertada sobre o mesmo cultivar em plantas de pés francos as produtividades foram sempre inferiores e não diferiram entre si. Foram também significativas as variações nas produções entre anos, como era de se esperar para plantas de produção bienal (Camargo & Pereira, 1994). A análise de variância indicou que houve significância entre os tratamentos, anos de produção e também interação entre eles.

Camada	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
m	kgf.cm ⁻²									
0,00-0,05	(2,4±0,2)	(2,3±0,2)	(2,2±0,2)	(2,1±0,2)	(2,4±0,1)	(2,3±0,2)	(2,1±0,1)	(2,7±0,3)	(2,4±0,2)	(2,1±0,1)
0,05-0,10	(3,0±0,2)	(2,9±0,2)	(2,9±0,2)	(2,3±0,2)	(2,9±0,2)	(2,7±0,2)	(2,9±0,2)	(2,9±0,3)	(3,1±0,3)	(3,0±0,2)
0,10-0,15	(3,0±0,3)	(2,8±0,2)	(3,3±0,2)	(2,7±0,2)	(2,6±0,2)	(2,5±0,1)	(2,9±0,2)	(2,6±0,1)	(2,9±0,2)	(3,1±0,1)
0,15-0,20	(3,2±0,3)	(2,7±0,2)	(3,6±0,2)	(2,5±0,2)	(2,7±0,1)	(2,8±0,2)	(2,9±0,2)	(2,7±0,2)	(2,9±0,2)	(3,2±0,1)
0,20-0,25	(2,7±0,1)	(2,6±0,2)	(3,0±0,2)	(2,2±0,2)	(2,6±0,1)	(2,7±0,2)	(2,7±0,2)	(2,5±0,2)	(2,7±0,2)	(2,8±0,1)
0,25-0,30	(2,8±0,2)	(2,7±0,2)	(3,0±0,2)	(2,5±0,2)	(3,2±0,1)	(2,8±0,2)	(2,6±0,2)	(2,6±0,2)	(2,8±0,1)	(2,9±0,1)
0,30-0,35	(2,4±0,2)	(2,5±0,2)	(2,7±0,1)	(2,3±0,1)	(2,7±0,1)	(2,7±0,1)	(2,6±0,1)	(2,5±0,1)	(2,6±0,1)	(2,5±0,2)
0,35-0,40	(2,5±0,2)	(2,7±0,2)	(2,9±0,1)	(2,5±0,2)	(2,7±0,2)	(2,7±0,2)	(2,6±0,1)	(2,6±0,2)	(2,5±0,1)	(2,7±0,2)
0,40-0,45	(2,3±0,2)	(2,6±0,2)	(2,9±0,1)	(2,5±0,2)	(2,4±0,2)	(2,4±0,1)	(2,7±0,2)	(2,4±0,2)	(2,4±0,1)	(2,7±0,2)
0,45-0,50	(2,5±0,2)	(2,6±0,2)	(3,0±0,1)	(2,6±0,2)	(2,7±0,2)	(2,4±0,2)	(2,6±0,2)	(2,2±0,1)	(2,5±0,1)	(2,6±0,1)
0,50-0,55	(2,5±0,2)	(2,5±0,1)	(2,8±0,1)	(2,4±0,2)	(2,3±0,1)	(2,4±0,2)	(2,4±0,2)	(2,2±0,1)	(2,5±0,1)	(2,6±0,1)
0,55-0,60	(2,5±0,2)	(2,9±0,2)	(3,0±0,1)	(2,6±0,2)	(2,7±0,2)	(2,5±0,3)	(2,5±0,2)	(2,4±0,1)	(2,6±0,1)	(2,7±0,2)
0,60-0,65	(2,8±0,2)	(3,2±0,2)	(3,2±0,2)	(2,6±0,1)	(2,7±0,2)	(2,6±0,3)	(2,9±0,3)	(2,7±0,2)	(2,8±0,2)	(2,6±0,2)

Quadro 6. Resistência do solo à penetração determinado por penetrômetro de impacto, modelo Stolf (1983), (média ± erro padrão) de 15 repetições, sob condições de umidade próximo à capacidade de campo.

CONCLUSÕES

A profundidade efetiva do sistema radicular do cafeeiro das espécies de *C. arabica* foi de 0,65 m enquanto que em *C. canephora* e *C. congensis* foi de 0,60 m. A produtividade dos tratamentos relacionou-se melhor com a densidade de raízes do que com a profundidade efetiva do sistema radicular.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. Agrometeorology of the coffee crop. Geneve: World Meteorological Organization, (Agricultural Meteorology C. Report, 58), 96 p., 1994.
- FAZUOLI, C.L., GALLO, P.B., CERVELLINI, G.S., BARROS, I., RAIJ, B. V. Café. In: FAHL, J.I., CAMARGO, M.B.P., PIZZINATTO, M.A., BETTI, J.A., MELO, A.M.T., DEMARIA, I.C., FURLANI, A.M.C. **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo**. 6 ed. Ver. atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998, p.59-63.
- 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).
- KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press. 489 p., 1983.
- SANTINATO, R., FERNANDES, A.L.T., FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café**. Arbore, 1996. 146p.
- 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.
- TAYLOR, H.M. & ARKIN, G.F. Root zone modification: fundamentals and alternatives. In: ARKIN, G.F., TAYLOR, H.M. (Eds.). **Modifying the root environment to reduce crop stress**. St. Joseph, MI:ASAE, 1981.
- THORNTON, C.W. & MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, Drexel Institute of Technology, 1955, 104p. (Publication in Climatology. v. 8, n.1).

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425