

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA
NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA
E DE GRÃOS DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*)*

O. Primavesi**
F.A.F. de Mello***
T. Muraoka****

RESUMO

Foram realizados experimentos em casa de vegetação, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, em Piracicaba, SP, com amostras de terra do horizonte A e B₂ de um Oxisol (LR) e um Alfisol (Pvp), sem e com calagem e adubação mineral, para verificar a influência da variação da porosidade de aeração (5,1 a 28,7%) sobre o comportamento do feijoeiro Aroana 80. O conteúdo de água dos 2,5 litros de terra

*Aceito para publicação em 30/04/87.

Parte da Tese apresentada pelo 1º autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, Feita com Bolsa de Estudo da EMBRAPA

**Centro de Tecnologia Copersucar, Piracicaba, SP.

***Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

****Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA-USP, Piracicaba, SP.

por vaso foi mantido entre 100 e 70% da capacidade de campo.

Foi constatado que a porosidade de aeração afeta a produção de grãos (1,5 a 20,8/planta), além da matéria seca radicular, da parte aérea, da matéria seca total e a relação parte aérea/raízes (3,1 a 12,7). Não influenciou o peso de mil grãos (135 a 254 g), o índice de colheita (0,18 a 0,50), a eficiência no uso de água (428 a 911 ml/g m.s. e 854 a 419 ml/g grãos) e o ciclo da cultura (86 a 101 dias). O nível de fertilidade afetou praticamente todos os dados considerados.

INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior (PRIMAVESI, 1980) foi verificado que a compactação de solos alterava a produção de matéria seca de feijoeiro, com maior intensidade nas parcelas de maior fertilidade (adubadas). Devido à temperaturas elevadas na casa-de-vegetação, a cultura não chegou a produzir grãos. PRIMAVESI et alii (1984) ainda verificaram que a produção de matéria seca se correlacionava com a macroporosidade, parecendo haver um ótimo aquém e além do qual a produção tendia a decair, independente do tipo de solo.

Surgiu a necessidade de realizar mais uma série de experimentos, procurando a obtenção

de grãos, a fim de medir o efeito da compactação através da variação dos poros de aeração, numa faixa pré-determinada (3 a 24%) e ao mesmo tempo em que seria verificada a influência sobre o índice de colheita e sobre a eficiência no uso de água.

Diversos autores (Klapp, 1967, apud PRIMA VESI, 1980) referem-se à influência da adubação sobre a eficiência no uso de água por diferentes culturas, mas não o feijoeiro, e nem se referem ao efeito da compactação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de terra dos horizontes A e B₂ do Latossolo Roxo, Série Itacema (LR, Haplacrox orthico) e do Podzólico Vermelho Amarelo var. Piracicaba (PVP, Typustalf ochrultico).

A terra seca ao ar foi passada por peneira com malha de 2 mm de diâmetro, com posterior seleção a seco de agregados que permitissem o preparo de amostras de terra com porosidade de aeração de 24-17-10-3% (diâmetro maior que 50 µm) através da compactação. Foi determinada a massa de terra necessária para completar o volume de 15 cm de altura de vasos metálicos cilíndricos, com drenos basais, e com 16,5 cm de diâmetro e 18 cm de altura (PRIMAVE SI, 1986).

A adubação mineral visou alcançar uma saturação em bases de 80%, com uma relação Ca:Mg:K de 16:4:1, e elevar o nível de P disponível (H₂SO₄ 0,05N) em torno de 15 ppm. Ainda foram

aplicados 40 kg de N-uréia/ha e 20 kg sulfato de zinco/ha (PRIMAVESI, 1986).

Foram conduzidos dois vasos sem planta, nas parcelas sem e com adubo, recebendo também uma cobertura de 1 cm de sílica na superfície a fim de reduzir problemas de aquecimento diferencial devido à cor dos solos, de encrustamento devido à irrigação superficial, de crescimento de plantas daninhas e de evaporação. Os vasos sem planta forneceram os dados de água evaporada, o que permitiu obter a água transpirada pelas plantas e o cálculo de eficiência no uso de água (ml água/g matéria seca ou de grãos).

Os vasos foram plantados no dia 18/7/84, com feijoeiro cv. Aroana 80, inoculado com *Rhizobium phaseoli*, e colhido ao final do ciclo (3 plantas/vaso).

A umidade do solo foi mantida entre 100 e 70% da capacidade de vaso (=capacidade de campo).

Ao final do ciclo a matéria seca foi colhida, limpa, seca em estufa à 60°C com ventilação forçada, e pesada. As raízes foram extraídas da camada superficial (0-2 cm) e compactada (2-15 cm) por lavagem da terra em água corrente, sendo posteriormente lavadas em água destilada.

O índice de colheita foi calculado considerando massa de grãos por massa total da matéria seca.

Foram realizados quatro experimentos, num esquema fatorial 4x2, inteiramente casualizado. Um experimento para cada tipo de amostra

de terra, com quatro níveis de poros de aeração, dois níveis de fertilidade, quatro repetições.

TABELA 1. Análise granulométrica das amostras de terra

Solo	Areia %	Limo %	Argila %	Classe textural
LR-A	22,8	36,4	40,8	argila
LR-B ₂	21,9	20,9	57,2	argila
PVp-A	34,7	55,8	9,5	franco siltoso
PVp-B ₂	17,9	40,8	41,3	franco-argiloso-siltoso

Obs: A/B₂ = Horizontes

TABELA 2. Características químicas das amostras de terra, antes da instalação dos experimentos.

SOLO	pH água	C %	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺ emg/100g	Mg ²⁺ TFSA.....	Al ³⁺	H ⁺	V %	m %
LR-A	5,9	1,46	0,05	0,09	3,91	1,50	0,10	3,86	58,1	1,8
LR-B2	5,3	0,87	0,02	0,01	1,86	0,25	0,23	4,46	31,1	9,6
PVP-A	5,0	0,54	0,02	0,02	3,02	1,02	0,84	2,96	52,0	17,0
PVP-B2	4,7	0,38	0,01	0,21	1,89	2,81	7,96	3,64	29,7	61,9

Obs: A/B2 = horizontes; V= saturação em bases; m=saturação em Al³⁺

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos se acham na Tabela 3.

Produção de Matéria Seca (por planta)

A análise estatística informa que a variação nos poros de aeração afetou a produção de raízes na profundidade de 2-15 cm, a parte aérea (inclui vagens e grãos) e a matéria seca total (parte aérea + raízes), exceto no PVp-A. Influenciou, ainda, a relação parte aérea/raízes no LR.

O nível de fertilidade dos solos influenciou a produção de raízes na camada de 2-15cm, da matéria seca da parte aérea, da matéria seca total e da razão parte aérea/raízes.

Ocorreu interação entre os níveis de macroporos e de fertilidade para todos os parâmetros no LR-A, para raízes de 2-15 cm no LR-B2, e para a parte aérea variou de 1,09 g (LR-B2 - sem adubo) a 10,37 g (LR-A adubado). A matéria seca total (PA+ra) variou de 1,43 g a 11,92 g. A relação PA/ra variou de 3,09 g (LR B2 sem adubo) a 12,73 g (LR-A adubado).

A parte aérea foi mais afetada pela variação na macroporosidade que o sistema radicular sendo o efeito mais nítido nos tratamentos adubados.

TABELA 3. Produção de matéria seca (g/planta), grãos (g/planta), índice de colheita (IC), Eficiência no uso de água (EUA), Ciclo da Cultura (dias).

Solo	Trat.	Ciclo	Raízes		Parte aérea	PA/ra	Grãos		PMG	IC	EUA	
			0-2cm	2-15cm			nº	peso				ml/g ms
LR-A	S-24	92	0,17a	0,25ab	3,32b	7,92	7,2	1,62b	229	0,43	548	
		17	0,19a	0,16b	3,66ab	4,05ab	10,23a	7,6	1,68ab	215	0,42	528
		10	0,26a	0,27a	4,46a	4,96a	8,56a	9,2	2,15a	239	0,45	667
		3	0,28a	0,27ab	4,55ab	8,24a	8,3	1,94ab	235	0,43	524	
C-24	86b	92	0,40a	1,15a	10,27a	6,71c	20,8a	5,21a	251	0,44	428	
		17	0,32ab	0,34b	8,31b	8,97b	12,77b	4,01b	229	0,45	468	
		10	0,29b	0,33b	8,29b	8,97b	12,28a	10,6b	4,46b	217	0,50	900
		3	0,28c	0,28b	5,53c	6,10c	11,6b	2,71c	239	0,44	509	
LR-B2	S-24	101	0,21	0,21a	1,44	3,47	2,1	0,34	170	0,18	865	
		17	0,22	0,21a	1,33	1,76	3,09	1,5	0,32	210	0,18	799
		10	0,19	0,16	1,24	1,59	3,64	2,2	0,31	161	0,20	911
		3	0,20	0,14	1,05	1,43	3,28	2,3	135	0,22	846	
C-24	94	92	0,18	0,52a	5,14	7,39	12,5	2,56	205	0,44	540	
		17	0,27	0,55a	5,48	6,30	6,79	11,8	2,55	215	0,41	533
		10	0,18	0,34b	4,57	5,08	8,86	10,6	2,34	221	0,46	528
		3	0,24	0,32b	3,35	3,91	6,12	1,29	186	0,33	600	
PVp-A	S-24	99	0,14	0,14	2,03	7,58	3,6	0,79	221	0,34	732	
		17	0,11	0,13	1,74	1,98	7,44	3,2	0,71	225	0,36	752
		10	0,14	0,16	2,07	2,39	6,92	4,1	0,96	236	0,40	696
		3	0,14	0,18	2,51	2,83	8,24	1,06	222	0,37	644	
C-24	86	92	0,50a	1,00	6,14	7,64	4,15	11,8	2,97ab	0,39	490	
		17	0,31b	0,81	6,25	7,37	5,02	11,3	2,83b	0,40	522	
		10	0,30b	0,99	6,58	7,87	5,21	13,2	3,22ab	2,46	1,88	
		3	0,28b	0,79	6,66	7,73	6,91	12,6	2,40	0,42	532	
PVp-B2	S-24	53	0,08	0,05	0,14	1,06	-	-	-	-	1,35	
		17	0,09	0,03	0,16	0,29	1,25	-	-	-	656	
		10	0,10	0,02	0,12	0,25	1,44	-	-	-	879	
		3	0,10	0,02	0,18	0,30	-	-	-	665		
C-24	98	98	0,11	0,11a	2,30a	10,74	4,2a	0,91a	218	0,36	670	
		10	0,09	0,08ab	1,56b	10,65	3,6a	0,72a	192	0,37	616	
		10	0,08	0,08b	1,76b	9,83	3,0a	0,72a	176	0,36	635	
		3	0,11	0,09c	1,37c	3,09a	3,25b	0,73b	208	0,36	604	
		3	0,11	0,09c	1,07b	12,10a	3,5ab	0,73a	208	0,36	604	

Produção de Grãos

A análise estatística acusou influência da macroporosidade no número e peso de grãos nas quatro terras. O peso de mil grãos (PMG) não foi afetado pela variação nos poros de ae ração.

Ocorreu influência do nível de fertilidade sobre o número e peso de grãos nas quatro terras, além do PMG exceto no LR-A.

Pode ser verificada influência da interação nível de fertilidade e macroporos no número e peso de grãos, exceto no PVp-A.

O número de grãos variou de 1,5 (LR-B₂ sem adubo) a 20,8 (LR-A adubado). O peso de grãos de 0,31 g (LR-B₂ sem adubo) a 5,21 (LR-A adubado). O peso de mil grãos de 135 g (LR-B₂ sem adubo) a 254 g (PVp-A sem adubo).

A produção de grãos variou com o tipo de solo, mesmo com macroporosidade semelhante. Em ordem decrescente apareceram LR-A, PVp-A, LR-B₂ e PVp-B₂. As produções nos horizontes superficiais sempre foi maior que no B₂. As produções das parcelas sem adubo representaram respectivamente 42, 33 e 13% das parcelas adubadas do LR-A, PVp-A e LR-B₂, considerando as máximas produções em cada solo e nível de fertilidade.

Índice de Colheita (IC)

Indica a eficiência da planta em transformar a matéria seca assimilada em grãos.

A análise estatística indicou que somente o nível de fertilidade afetou este parâmetro, sem interferência do nível de macroporos.

Variou de 0,18 (LR-B₂ sem adubo) a 0,50 (LR-A adubado).

Eficiência no Uso de Água (EUA)

Informação importante para regiões onde ocorrem problemas de disponibilidade de água.

A análise estatística informou que o nível de poros de aeração não alterou este parâmetro. O nível de fertilidade, em todas as terras, aumentou a eficiência da planta no uso de água disponível.

Considerando o gasto de água por unidade de massa de matéria seca, os valores variaram de 428 (LR-A adubado) a 911 ml/g de matéria seca (LR-B₂ sem adubo). Quando considerado o gasto de água por grãos produzidos, os valores variaram de 854 (LR-A adubado) a 4196 ml/g grãos (LR-B₂ sem adubo). O tratamento com maior produção de grãos foi o que melhor aproveitou a água, produzindo mais matéria seca por unidade de água disponível transpirada.

Ciclo da Cultura

A análise estatística mostrou que o ciclo da cultura foi alterado praticamente só pelo nível de fertilidade do solo. Variou de 86 a 101 dias, até a colheita.

Tratamento Melhor x Pior

Comparando os tratamentos que apresenta - ram a maior (LR-A adubado, macroporosidade inicial de 24%) e menor (LR-B₂ sem adubo, macroporosidade inicial de 10%) produção de grãos, em relação aos diferentes dados levantados, independente do tipo de solo, pode ser verificado que nem sempre apresentaram os maiores e menores valores respectivamente: 1,15/0,16 g para raízes de 2-15 cm, 10,37/1,24 g para a parte aérea, 11,92/1,59 g para matéria seca total, 6,7/3,6 para a relação parte aérea/raízes, 20,8/2,2 para número de grãos/planta, 5,21/0,31 para peso de grãos, 251/161 g para PMG, 0,44/0,20 para o índice de colheita, 428/911 ml \bar{a} gua/g matéria seca e 854/4701ml \bar{a} gua transpirada/g grãos no tocante à eficiência no uso de \bar{a} gua.

O fato da macroporosidade ao redor de 11% não ser necessariamente a melhor, para o feijoeiro (PRIMAVESI, 1983; PRIMAVESI et alii, 1984), encontra sua explicação na necessidade de maior porosidade de aeração, quando o acúmulo de matéria seca for mais intenso, relacionado ao estado nutricional, e intensificado pela combinação de maior temperatura (no experimento chegam à uma média máxima de 41,2°C) e com isso maior respiração vegetal e atividade de microorganismos, maior teor de sais solúveis, que aumentam a respiração da planta, além de particularidades de solos com relação ao estado de agregação e a retenção de maior volume de \bar{a} gua sob maior tensão, como citado por PRIMAVESI (1986).

CONCLUSÕES

Considerando o genótipo, a época de plantio (fotoperíodo, brilho solar, termoperíodo e intensidade térmica) e as condições hídricas do substrato, pode ser concluído que:

- a) a variação na porosidade de aeração altera a produção e o número de grãos, mas não altera o peso de mil grãos, o índice de colheita, a eficiência no uso de água, o ciclo da cultura.
- b) o nível de fertilidade afeta praticamente todos os parâmetros estudados.

SUMMARY

DRY MATTER AND GRAIN YIELD, HARVEST INDEX AND WATER USE EFFICIENCY BY COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.), AS AFFECTED BY THE AERATION POROSITY OF SOILS.

Experiments were carried out in green house, at ESALQ-USP, in Piracicaba, Brazil, with soil samples of the A and B₂ horizon of an Oxisol (LR) and an Alfisol (PVp), without and with lime and mineral fertilizer, to verify the influence of the aeration porosity (5,1 to 28,7%) on the behaviour of the common

bean Aroana 80. The water content in the 2,5 liter soil per pot, was maintained between 100 and 70% of the field capacity.

It could be verified an influence of the macroporosity (diameter bigger than $50\mu\text{m}$) on the grain number and weight, root and above ground part dry matter yield, and the ratio above ground part/root (3,1 to 12,7). It did not affect the thousand grain weight (135 to 254 g), the harvest index (0,18 to 0,50), the water use efficiency (428 to 911 ml/g dry matter, and 854 to 4196 ml/g grain) and the vegetative cycle (86 to 101 days). The soil fertility level affected all the data considered.

LITERATURA CITADA

- PRIMAVESI, A., 1980. O Manejo Ecológico do Solo. São Paulo, Nobel. 541p.
- PRIMAVESI, O., 1983. Nutrição Mineral de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Dois Solos Sujeitos à Compactação. Piracicaba, ESALQ-USP, 142p. (Mestrado).
- PRIMAVESI, O.; MELLO, F.A.F. de; LIBARDI, P. L., 1984. Seleção Preliminar de Parâmetros Físicos mais Adequados para Estudar o Efeito da Compactação de Amostras de Solo Sobre a Produção de Matéria Seca Vegetal de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Anais da ESALQ, Piracicaba, 41:449-463.

PRIMAVESI, O., 1986. Produção de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Função da Porosidade de Aeração de Solos. Piracicaba, ESALQ-USP, 85p. (Doutoramento).