

## DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E RADICULAR, RENDIMENTO DE GRÃOS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJOEIRO *DA SECA* APÓS CULTIVO DE ADUBOS VERDES, EM PLANTIO DIRETO

Elaine Bahia Wutke <sup>(1)</sup>

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

Roberto Tetsuo Tanaka <sup>(1,2)</sup>

Emílio Sakai <sup>(1)</sup>

Hipólito Assunção Antonio Mascarenhas <sup>(1,2)</sup>

### RESUMO

Objetivando-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e radicular das plantas, além do rendimento e qualidade de sementes de feijoeiro, após o cultivo de adubos verdes, em plantio direto, na safra *da seca*, sem suplementação hídrica, realizou-se experimentação a campo, em Latossolo Vermelho Escuro, no Centro Experimental Central, do Instituto Agronômico - IAC, em Campinas, SP, de 15/02 a 09/05/2002. Usaram-se 8 blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, em que a parcela correspondeu à palhada das leguminosas feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e labelabe (*Dolichos lab lab*) e a subparcela aos cultivares de feijoeiro Carioca e IAC-Carioca Pyatã. Os dados relativos ao desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de sementes foram analisados por análise da variância e pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Conclui-se que é viável o cultivo do feijoeiro em plantio direto, após adubos verdes, na safra da seca, sem suplementação hídrica, com rendimentos médios de 1.000 kg/ha. O cultivar IAC-Carioca Pyatã tem maior potencial produtivo, maior quantidade de raízes e maior profundidade efetiva do sistema radicular do que o Carioca, após cultivo de feijão-de-porco, em plantio direto, sem irrigação.

<sup>1</sup> Instituto Agronômico - IAC, Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Av. Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq.

**Palavra-chave:** *Phaseolus vulgaris*, adubação verde, profundidade efetiva das raízes, estresse hídrico.

### ABSTRACT

An experiment was installed at the Central Experimental Station of Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) at Campinas, SP, Brazil, from February 15<sup>th</sup> to May 9<sup>th</sup> 2002 in a Haplorthox soil. The objective was to study the vegetative growth and root system as well as the yield and seed quality of the cultivars Carioca and IAC-Carioca Pyatã planted after the green manure crops- jackbeans (*Canavalia ensiformis*) and hayacinch bean (*Dolichos lab lab*) in a no-tillage planting system. The experimental design utilized was a split plot where the plots corresponded to the rest of the dry legumes and the subplot the dry bean cultivars with eight randomized blocks. The data related to vegetative growth, yield and seed quality were analysed using analysis of variance and the Duncans's test at 5% probability. The results showed that the cultivar IAC-Carioca Pyatã has higher productivity potential than Carioca, deeper root system under restricted water condition, specially after the green manure crop of jack bean in a no tillage planting.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, green manure residues, effective root depth, water stress.

### INTRODUÇÃO

Nas áreas tropicais e sub-tropicais e, nos sistemas de produção em que há decomposição e queima acelerada dos componentes orgânicos do solo, verifica-se maior predisposição a alterações e variações rápidas que afetam negativamente o desenvolvimento das plantas (Bulisani et al., 1987). O teor de matéria orgânica da camada arável, tanto em preparo convencional do solo quanto em plantio direto, é aumentado com o tempo de cultivo, sendo similares os efeitos proporcionados nos dois sistemas de preparo, em esquemas de rotação ou de sucessão (Muzilli, 1983).

No Estado de São Paulo, os resultados mais relevantes em adubação orgânica do feijoeiro foram observados quando a fitomassa,

especialmente de leguminosas, foi incorporada ao solo, antes da semeadura da alimentícia (Almeida *et al.*, 1971; Arf *et al.*, 1996; Bulisani *et al.*, 1987; Mascarenhas *et al.*, 1967a,b; Miyasaka *et al.*, 1965, 1966a,b; Wutke *et al.*, 1998, 2000). Nessa situação, expressam-se com intensidade os efeitos de cobertura da superfície do solo (“mulch”); de maior aeração; maior penetração de raízes; maior capacidade de retenção de água e sensível redução na variação da temperatura diária do solo. Nesse último parâmetro, inclusive, podem ser constatadas amplitudes bastante largas e valores elevados o suficiente para paralisação do crescimento do feijoeiro, o que ocorre com relativa frequência na safra “*da seca*” (Bulisani *et al.*, 1987)

Ainda, com a inclusão da prática da adubação verde em esquemas de rotação de culturas, sobretudo em plantio direto, tem-se um sistema de manejo do solo dos mais eficientes para o controle da erosão e para a manutenção ou incremento da fertilidade do solo.

Tendo em vista o futuro aumento do custo de produção das culturas irrigadas, em função do preço da água a ser utilizada, e com vistas à otimização dos rendimentos, realizou-se o presente estudo a campo, na safra “*da seca*”, em plantio direto, sem irrigação, com o objetivo de avaliar-se o efeito da utilização de palhada residual das leguminosas feijão-de-porco e labelabe, no desenvolvimento vegetativo e radicular e no rendimento em grãos, poder germinativo e massa de cem sementes dos cultivares de feijoeiro Carioca, este tradicionalmente cultivado pelos agricultores, e IAC-Carioca Pyatã, lançado em 1998 pelo Instituto Agrônômico-IAC e com adequado desempenho agrônômico em algumas avaliações experimentais preliminares.

## MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi desenvolvido a campo, na safra *da seca*, sem irrigação, no Centro Experimental Central do Instituto Agrônômico - IAC, em Campinas, SP, de 15 de fevereiro a 09 de maio de 2002, em solo latossolo vermelho escuro, textura limo-areno-barrenta, e barrenta, respectivamente a 0-20 cm e 20-40cm e 40-60 cm de profundidade, em plantio direto.

Foi estudado o desempenho agrônômico, em plantio direto, dos

cultivares de feijoeiro Carioca e IAC-Carioca Pyatã, com hábitos de crescimento dos tipos III e II respectivamente, este último de porte ereto, semeados sobre restos de plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e labelabe (*Dolichos lablab*).

Utilizaram-se 8 blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela a palhada residual de leguminosa e a subparcela o cultivar de feijoeiro.

O solo havia sido corrigido um ano antes, para elevação do V% para 70%, sendo então preparado pelo sistema convencional, com uma aração de aiveca e gradagem niveladora antes da semeadura dos adubos verdes, originalmente destinados à multiplicação de sementes de banco de germoplasma. As plantas destes foram roçadas mecanicamente, rente ao solo, aos 9 meses de ciclo, sendo coletadas amostras de solo a 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, em ambas as áreas cultivadas previamente com as leguminosas, para análise de suas características químicas (Tabela 1).

Após 1 mês, em 15 de fevereiro, sulcaram-se linhas espaçadas de 0,50 m entre si, sendo feita a adubação mineral com 250 kg/ha da fórmula 4-14-8 e a semeadura, em plantio direto, dos cultivares de feijoeiro. Aos 25 dias após a semeadura (DAS) aplicaram-se 150 kg/ha de nitrogênio, em cobertura, na forma de sulfato de amônio. Foram realizadas 2 pulverizações para controle de ácaro rajado, cuja incidência foi muito elevada na área experimental. O experimento não foi irrigado, para avaliação do desempenho dos cultivares de distintos hábitos de crescimento nessa situação climática específica, inclusive com período

**Tabela 1.** Características químicas de amostras de solo latossolo vermelho escuro. Campinas, SP.

Cultura anterior	Profundidade	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	V
Feijão-de-Porco	-- cm --	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmolc.dm <sup>-3</sup> -----				%
	0-20	5,4	28,0	67,4	6,04	42,0	11,0	---	70,3
	20-40	5,4	25,0	16,5	4,33	34,0	10,0	---	63,3
	40-60	5,3	14,0	3,5	2,56	32,0	10,0	1,0	59,0
Labe-Labe	0-20	5,5	20,0	35,8	5,07	56,0	13,0	---	78,7
	20-40	5,4	19,0	15,4	3,81	41,0	11,0	---	71,7
	40-60	5,3	12,0	3,5	2,74	28,0	9,0	1,0	53,9

sem ocorrência de chuvas a partir de 08 de abril.

Aos 46 DAS, no estágio R<sub>7</sub>, correspondente ao florescimento pleno das vagens e início de formação de vagens no feijoeiro, avaliaram-se a altura do dossel de plantas, em 24 plantas ao acaso na sub-parcela e a cobertura vegetal percentual do solo (CVS), pelo método da corda (Sloneker & Modenhauer, 1977), com 4 repetições por sub-parcela e 16 amostragens por tratamento.

Nessa mesma ocasião avaliou-se o desenvolvimento radicular do feijoeiro. Coletaram-se amostras de solo com raízes com trado tipo caneca de bordo serrilhado, com 7 cm de diâmetro (Fujiwara *et al.*, 1994), a 10 cm da linha de semeadura, de 10 em 10 cm até 70 cm de profundidade, em 5 repetições por tratamento. As amostras foram 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 peneira de malha 0,5 mm 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 distribuição percentual por camada para determinação da profundidade efetiva das raízes, que é aquela da superfície do solo até onde se concentram 80% das raízes absorventes.

Aos 56 DAS avaliou-se a resistência à penetração no perfil do solo (RP), por meio de penetrômetro de impacto, modelo IAA/PLANALSUCAR (Stolf *et al.*, 1983), em 6 repetições por tratamento.

Ao final do experimento, aos 83 DAS, avaliaram-se o estande final e o rendimento em grãos, em área útil de 2,4 m<sup>2</sup>/subparcela, o poder germinativo e a massa de cem sementes.

Os dados médios de desenvolvimento vegetativo, rendimento em grãos e massa de sementes foram comparados pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e aqueles (x) obtidos em porcentagem foram transformados em arco seno de  $\sqrt{x/100}$  (Pimentel-Gomes, 1984). Os obtidos na avaliação de resistência do solo à penetração foram analisados segundo Stolf *et al.* (1983) e Stolf (1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos nas análises químicas do solo (Tabela 1), o nível de fertilidade estava médio ou alto, em todas as profundidades e sob ambas as coberturas de leguminosas, condição esta não restritiva ao cultivo do feijoeiro. Obtiveram-se, em geral, para todos os tratamentos, valores variando entre 5,3 e 5,5 de pH; 12 e 28 g.dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica; 3,5 a 67,4 mg<sup>-3</sup> de P (resina); 2,56 a 6,04; 28 a 42 e 9 a 13 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, respectivamente, de K, Ca e Mg, além de V% entre 53,9 e 78,7%. Verificou-se teor de Al apenas a 40-60 cm (1,0 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), em que se obtiveram os menores valores e as menores amplitudes dos elementos acima relacionados e em que o teor de P estava muito baixo (3,5 mg.dm<sup>-3</sup>). Ainda, os teores de Al e Ca no sub-solo mostraram-se favoráveis ao crescimento radicular.

Os dados de cobertura vegetal do solo (CVS) e de altura de plantas estão relacionados na tabela 2. Para esses dois parâmetros não se observaram diferenças estatísticas entre cultivares nem significância na interação palhada x cultivar, mas apenas entre tipo de palhada residual. Os maiores valores foram sempre obtidos após o cultivo de feijão-de-porco, em que CVS foi 96% e a altura de 42,5 cm. Com relação à CVS, os valores foram superiores a 90% em todos os tratamentos, revelando um recobrimento eficiente nas entrelinhas, conforme preconizado por Bulisani *et al.* (1987) e Lolatto (2000).

**Tabela 2.** Cobertura vegetal do solo (CVS) e altura de plantas de feijoeiro da seca no estádio R<sup>7</sup>, após cultivo com adubos verdes. Campinas, SP, 2002.

Cultivar de feijoeiro	CVS			Altura de plantas		
	Palhada de Feijão-de-porco	Palhada de Labelabe	Média	Palhada de Feijão-de-porco	Palhada de Labelabe	Média
	----- % -----			----- cm -----		
Carioca	96,4	90,7	93,9 a	44,7	37,3	41,0 a
IAC Carioca Pyatã	95,4	91,8	93,8 a	40,4	38,1	39,3 a
Média	96,0 A	91,3 B	-----	42,5 A	37,7 B	-----
CV%: Palhada 2,7 e cultivar 5,1.				CV%: Palhada 3,7 e cultivar 7,6.		

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%

Quanto à altura, avaliada no dossel e não na extremidade da guia da planta, não houve diferenças entre os cultivares, embora o IAC-Carioca Pyatã seja de porte ereto e mais fechado e Carioca tenha guia mais longa e planta mais aberta. A maior altura observada após o feijão-de-porco pode ser relevante, porque este é um importante fator determinante do rendimento, sujeito aos efeitos de condições ambientais (Gabelman & Williams, 1960). Ressalte-se que o experimento foi desenvolvido *na seca* e com deficiência hídrica.

Os dados sobre o desenvolvimento radicular de cultivares de feijoeiro estão relacionados nas Tabelas 3 e 4. Observou-se maior concentração de raízes nas camadas superficiais do perfil do solo até 30 cm, havendo redução acentuada na distribuição percentual de raízes a partir de 50 cm de profundidade.

O maior valor de quantidade de raízes foi obtido em IAC-Carioca Pyatã cultivado sobre palhada de feijão-de-porco, coincidente com a produção superior de grãos. O teor mais elevado de matéria orgânica sob restos dessa leguminosa (Tabela 1) pode ter contribuído para a maior massa seca de raízes por volume de solo, entretanto, o mesmo favorecimento não foi observado em Carioca. Cabe lembrar que foram previamente

**Tabela 3.** Quantidade de raízes secas de feijoeiro, cultivares Carioca e IAC - Carioca Pyatã, por unidade de volume de solo e respectivo erro padrão da média, em diferentes profundidades do solo, aos 46 dias após a semeadura, após cultivo com leguminosas. Campinas, SP, abril 2002.

Profundidade	Carioca		IAC - Carioca Pyatã	
	Palha de Feijão-de-Porco	Palhada de Labelabe	Palha de Feijão-de-Porco	Palhada de Labelabe
cm -	----- mg.cm <sup>-3</sup> -----			
0 - 10	1,0290 ±0,2814	0,8731±0,1661	1,5799±0,3993	0,8159 ±0,1389
10 - 20	0,7496 ±0,1724	1,0082±0,1482	0,8107±0,1501	0,4781 ±0,0738
20 - 30	0,4469 ±0,0764	0,5041±0,1178	0,7588±0,1131	0,3689 ±0,0718
30 - 40	0,4365 ±0,0894	0,3378±0,1934	0,5145±0,0606	0,2806 ±0,0960
40 - 50	0,3326 ±0,0844	0,0883±0,0439	0,2910±0,0773	0,2390 ±0,1478
50 - 60	0,0000	0,0571±0,0252	0,0883±0,0760	0,1351 ±0,0768
60 - 70	0,0051 ±0,0052	0,0155±0,0156	0,0259±0,0260	0,0297 ±0,0208
<b>Total</b>	<b>2,9997</b>	<b>2,8841</b>	<b>4,0691</b>	<b>2,3383</b>

determinados valores médios de rendimento de fitomassa seca de 7,2 e 6,5 t/ha respectivamente para feijão-de-porco e labelabe na área experimental, antes do corte das plantas.

Ainda e, diferentemente da maior concentração de raízes observada na superfície em culturas irrigadas do feijoeiro no inverno, devido ao manejo superficial da irrigação por aspersão (Oliveira & Silva, 1990; Stone & Pereira, 1994; Kluthcouski *et al.*, 2002), no presente caso, em até 30 cm de profundidade observou-se, em média, concentração de cerca de 71,1% a 82,8% das raízes, na safra da seca, em condições não irrigadas.

Há uma variação na profundidade efetiva das raízes (Tabela 4) e, em média, esta foi maior para o cultivar IAC-Carioca Pyatã (34,8cm) do que para o Carioca (31,2cm). Esse parâmetro foi favorecido em 19% em Carioca, na presença de palhada de feijão-de-porco, e em 16% em IAC-Carioca Pyatã, porém, sobre palhada de labelabe.

Os valores de profundidade efetiva foram maiores do que os 30 cm relatados por Pires *et al.* (1991) para Carioca, exceto quando cultivado sobre labelabe. Entretanto, foram próximos dos 35-40cm observados por Wutke *et al.* (2000), em IAC-Carioca SH, em rotação de culturas com adubos verdes e milho, ainda que com irrigação por pivô central e sob preparo convencional do solo.

**Tabela 4.** Distribuição percentual média do sistema radicular de feijoeiro em cada profundidade e acumulada (entre parênteses) e profundidade efetiva (80%), aos 46 dias após a sementeira. Campinas, SP, abril 2002..

Profundidade no solo	Carioca		IAC - Carioca Pyatã	
	Palha de Feijão-de- Porco	Palhada de Labelabe	Palha de Feijão-de- Porco	Palhada de Labelabe
cm	----- % -----			
0 - 10	34,3 (34,3)	30,3 (30,3)	38,8 (38,8)	34,9 (34,9)
10 - 20	25,0 (59,3)	35,0 (65,3)	19,9 (58,7)	20,4 (55,3)
20 - 30	14,9 (74,2)	17,5 (82,8)	18,6 (77,3)	15,8 (71,1)
30 - 40	14,6 (88,8)	11,7 (94,5)	12,6 (89,9)	12,0 (83,1)
40 - 50	11,1 (99,9)	3,1 (97,6)	7,2 (97,1)	10,2 (93,3)
50 - 60	0,0 (99,9)	2,0 (99,6)	2,2 (99,3)	5,8 (99,1)
60 - 70	0,1 (100,0)	0,5 (100,0)	0,7 (100,0)	0,9 (100,0)
<b>Profundidade Efetiva (80%)</b>	<b>34,0</b>	<b>28,4</b>	<b>32,1</b>	<b>37,4</b>



Os resultados da avaliação da compactação do solo estão relacionados na Tabela 5. A camada mais compactada situou-se entre 20-35cm e 30-40cm de profundidade após cultivo de feijão-de-porco e labelabe, respectivamente. Embora um dos principais fatores restritivos ao crescimento e desenvolvimento radiculares seja a compactação subsuperficial, devida ao sistema de preparo de solo, a boa distribuição radicular aqui verificada, de 20 até 40 cm de profundidade, pode estar associada à utilização de arado de aiveca no preparo inicial da área para os adubos verdes, anteriormente ao feijoeiro em plantio direto, conforme Stone & Silveira (1996) e, também, ao desenvolvimento muito mais uniforme em profundidade do labelabe. Cerca de 28% do total das raízes dessa leguminosa estão nos primeiros 20cm e os 72% restantes, uniformemente distribuídos até 340 cm (Inforzato & Mascarenhas, 1967).

Os valores de RP podem ser considerados muito elevados quando

**Tabela 5.** Valores médios de resistência à penetração no solo (MPa) e respectivos erro padrão da média (epm), em diferentes profundidades, em solo latossolo vermelho distroférico, aos 56 dias após a semeadura do feijoeiro, cultivares Carioca e IAC - Carioca Pyatã, após cultivo de leguminosas. Campinas, SP, abril 2002.

Profundidade no solo	Carioca				IAC - Carioca Pyatã			
	Palhada de Feijão- de-Porco		Palhada de Labelabe		Palhada de Feijão- de-Porco		Palhada de Labelabe	
-- cm --	-----MPa-----							
0 - 5	5,0	1,212	4,6	1,220	1,2	0,388	3,4	0,668
5-10	5,8	1,365	5,6	0,438	4,1	0,792	6,0	1,511
10-15	7,8	1,764	5,8	0,474	4,8	1,024	5,2	1,746
15-20	7,7	1,019	5,6	0,558	4,6	0,995	7,0	1,461
20-25	8,5	0,971	5,7	0,684	6,5	1,391	7,8	0,882
25-30	10,5	1,032	7,3	0,937	6,8	1,831	8,2	0,586
30-35	10,5	1,217	9,3	1,983	5,1	1,690	10,7	1,062
35-40	9,2	1,229	8,0	2,176	5,1	1,167	12,1	1,612
40 45	9,4	1,739	6,4	1,499	6,2	1,167	8,4	1,118
45-50	8,6	1,300	6,2	1,581	6,7	1,016	5,4	1,276
50-55	8,1	1,450	5,5	1,249	5,8	1,010	4,0	0,887
55-60	6,6	1,288	4,9	0,892	4,8	0,902	4,8	1,004
60-65	6,7	1,627	4,1	0,518	3,6	0,735	2,5	0,716

comparado aos restritivos ao crescimento radicular do feijoeiro, soja e mungo, relatados por Cintra & Mielniczuck (1983), Yapa *et al.* (1988), Moraes *et al.* (1991), Tu & Tan, (1991) e Volkmar (1993). Entretanto, também em feijoeiro e, no mesmo tipo de solo, foram observados valores entre 6 e 8 MPa, de 15 até 35 cm de profundidade, sem alteração na profundidade efetiva do sistema radicular dessa leguminosa (Wutke *et al.*, 2000). No presente trabalho, os elevados valores de RP podem estar relacionados às práticas de preparo do solo e aos baixos valores de umidade do solo devido à distribuição irregular de chuvas durante o ciclo da cultura, sobretudo após 08 de abril, conforme também ressaltado por Wutke *et al.* (2002).

Os valores de estande e rendimento em grãos estão relacionados na tabela 6. Como não se observaram quaisquer diferenças significativas entre as distintas médias, as comparações entre os dados de rendimento em grãos são válidas porque estão sendo consideradas populações similares de plantas. Ainda, os estandes variaram entre 234,7 mil e 294,4 mil plantas/hectare, estando de acordo com a faixa de variação relatada para essa cultura na literatura nacional, que é entre 200 mil a 375 mil plantas/hectare.

Não se observaram diferenças significativas nas distintas comparações entre os resultados de rendimento de grãos. Conforme Oliveira *et al.* (2002), o rendimento de grãos do feijoeiro é diferentemente influenciado por distintas palhadas de plantas de cobertura no sistema de plantio direto, sendo esse parâmetro mais afetado pela espécie fornecedora de palha do que propriamente por sua forma de cultivo,

**Tabela 6.** Estande final e rendimento em grãos de cultivares de feijoeiro da seca, após cultivo com adubos verdes. Campinas, SP, 2002.

Cultivares de feijoeiro	Estande final			Palhada de Feijão-de-Porco	Palhada de Labelabe	Média
	Palhada de Feijão-de-Porco	Palhada de Labelabe	Média			
	----- mil plantas/ha -----			----- kg/ha -----		
Carioca	259,7	294,4	277,1 a	1.020	798	909 a
IAC Carioca Pyatã	264,5	234,7	249,6 a	1.080	1.055	1.068 a
Média	262,1 A	259,6 A	-----	1.050 A	927 A	-----
CV%: Palhada - 12,4 e cultivar - 18,8.			CV%: Palhada-22,0 e cultivar-24,0.			

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%

qual seja exclusivo ou consorciado.

Os dados obtidos no presente estudo, entretanto, são inferiores aos da média de 2.243 kg/ha, relatada em experimentação estadual com o feijoeiro, na safra *da seca*, particularmente com o cultivar Carioca, que é de 2.331 kg/ha, porém, com suplementação hídrica (Wutke *et al.*, 1998). Entretanto, assemelham-se ao da média estadual obtida nessa mesma safra, que foi ao redor de 1.130 kg/ha (Mello *et al.*, 2002).

Embora não diferindo estatisticamente, o valor de rendimento de Carioca após cultivo de labelabe foi numericamente inferior aos demais, sendo coincidente com a menor altura de plantas relatada anteriormente (tabela 1). Ainda, verifica-se um maior potencial produtivo do cultivar IAC-Carioca Pyatã após ambos os adubos verdes, de cerca de 4,3 g/planta, sendo mais pronunciado após labelabe.

A severa incidência de ácaro rajado, aliada à deficiência hídrica, notadamente no período de enchimento de grãos, com certeza contribuíram para o rendimento não adequado nos tratamentos. Ressalte-se, entretanto, a não ocorrência de chuvas após 08 de abril, no período de início de formação de vagens e de enchimento de grãos. Nessa fase do ciclo, a cultura do feijoeiro é muito sensível à deficiência hídrica, podendo haver redução de até 58% no rendimento de grãos (Garrido *et al.*, 1979), pela diminuição tanto da fotossíntese quanto do metabolismo das plantas (Fancelli & Dourado-Neto, 1997).

Embora não tenha sido garantido um relevante rendimento nessa safra "*da seca*", sem suplementação hídrica, por outro lado, a manutenção de resíduos vegetais não incorporados de leguminosas provavelmente colaborou para a economia de água por meio da redução da evaporação diretamente da superfície do solo, conforme já relatado por Almeida *et al.* (1971), ainda que em situação de fitomassa incorporada.

Os valores de poder germinativo e de massa de 100 sementes estão relacionados na Tabela 7. Não se observaram diferenças significativas entre as médias das comparações entre cultivares nem entre tipos de palhada residual. Como efeito do estresse hídrico ao qual as plantas foram submetidas, a massa de sementes de ambos os cultivares, que normalmente é ao redor de 25 gramas, foi diminuída para 20,4 gramas, concordando com Fancelli & Dourado-Neto (1997). Ainda, a

duração do ciclo, que na safra “da seca” é em média de 93 dias para os cultivares em estudo, foi reduzida para 88 dias.

**Tabela 7.** Poder germinativo e massa de 100 sementes de cultivares de feijoeiro da seca, após cultivo com adubos verdes. Campinas, SP, 2002.

Cultivares de feijoeiro	Poder Germinativo das Sementes			Massa de 100 sementes		
	Palhada de Feijão-de-Porco	Palhada de Labelabe	Média	Palhada de Feijão-de-Porco	Palhada de Labelabe	Média
	----- % -----			----- gramas -----		
Carioca	82,5	87,0	84,8 a	21,7	19,1	20,4 a
IAC Carioca Pyatã	85,0	82,0	83,5 a	20,4	20,4	20,4 a
Média	83,8 A	84,5 A	-----	21,0 A	19,8 A	-----
CV%: Palhada - 2,6 e cultivar - 3,4.				CV%: Palhada-7,6 e cultivar-10,2.		

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%

## CONCLUSÃO

O cultivo do feijoeiro *da seca* em plantio direto, após os adubos verdes feijão de porco e labelabe, é viável, mesmo sem suplementação hídrica, sendo possível obter rendimentos de grãos ao redor de 1.000 kg/ha.

Há diferenças entre os cultivares de feijoeiro Carioca e IAC- Carioca Pyatã quanto ao potencial produtivo, quantidade de raízes e profundidade efetiva do sistema radicular, na safra *da seca*, sem irrigação e após o cultivo de feijão-de-porco, em plantio direto.

## AGRADECIMENTOS

Aos funcionários de apoio do Instituto Agronômico, Paulo Eduardo Magalhães, Leonardo Rosa Teixeira, Nair Antônia dos Santos, Luzia Fátima da Silva, Francisco Vidal Filho, Carmelina Andreo Fazani e Claudemir de Souza Paula, pela colaboração durante todas as fases da experimentação a campo e no laboratório de sementes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. D'A. de.; MIYASAKA, S.; IGUE, T.; ORTOLANI, A. A.; ALOISI SOBRINHO, J.; SORDI, G. de; ALVES, S., 1971. Efeitos, na Produção do Feijão "da Sêca", da Irrigação, da Adubação Mineral e da Incorporação ao Solo de Massa Vegetal Semidecomposta de *Crotalaria juncea* L. **Bragantia**, 30, (20): 289-304.
- BOHM, W. Methods of Studying Root Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 189p.
- BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. D'A, 1987. Feijão. In: PEDRO Jr., M. J. *et al* (eds.). **Instruções Agrícolas para o Estado de São Paulo**. 4.ed.ver.atual. Campinas. p. 91-92 (Boletim, 200)
- CINTRA, F. L. D.; MIELNICZUCK, J., 1983. Potencial de Algumas Espécies Vegetais para a Recuperação de Solos com Propriedades Físicas Degradadas. **Rev. Bras. de Ci. Solo**, 7:197-201, 1083.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D., 1997. Ecofisiologia e Fenologia do Feijoeiro. In: FANCELLI, A. L. & DOURADO-NETO, D., coord. **Tecnologia da Produção do Feijão Irrigado**. Piracicaba: ESALQ-USP, p.100-120.
- FUJIWARA, M.; KURACHI, S. A. H.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E., 1994. A técnica de Estudo de Raízes pelo Método do Trado. Campinas, Instituto Agrônômico. 9p. (Boletim Técnico, 153)
- GABELMAN, W. H.; WILLIAMS, D. D. F. Developmental Studies with Irrigated Snap Beans. Research Bulletin of Wisconsin Agricultural Experimental Station, Wisconsin. 1960. 221p.
- GARRIDO, M. A. T.; PURCINO, J. R. C.; LIMA, C. A. S., 1979. Efeitos de Diferentes Regimes de Irrigação sobre o Rendimento do Feijoeiro na Região Norte de Minas Gerais. In: EPAMIG, Projeto Feijão. Belo Horizonte, 1979. p.27-29 (Relatório 77/78)
- INFORZATO, R.; MASCARENHAS, H. A. A. Sistema Radicular do *Dolichos lablab* em um Solo Massapê-Salmourão. **Bragantia**, 26 (16):213-217.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M., 2002. Efeito do Manejo do Solo sobre o Desenvolvimento

- Radicular do Feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., Viçosa, MG. **Resumos expandidos**. Viçosa: UFV, p.725-727.
- LOLATTO, M. A. Efeito de População de Plantas na Cultura do Feijão. In: **Feijão: Tecnologia de Produção**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, 2000. cap.2, p.15-20.
- MELLO, N. T. C. de; NOGUEIRA, E. A.; OKAWA, H., 2002. Evolução do Cultivo de Feijão no Estado de São Paulo: Tecnologia e Custo de Produção. Dia de Campo de Feijão, 17., 18., Capão Bonito, 2001, 2002. **Anais**. Campinas: Instituto Agrônômico, p.97-102.
- MORAES, M. H.; BENEZ, S. H.; LIBARDI, P. L., 1991. Influência de Camadas Compactadas de Subsuperfície no Desenvolvimento do Sistema Radicular de Plantas de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Científica**, 19(1):195-206.
- OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, J. J. S., 1990. Evapotranspiração, Índice de Área Foliar e Desenvolvimento Radicular do Feijão Irrigado. **PAB**, 25, (3):317-322.
- OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S., 2002. Plantas de Cobertura e seus Efeitos sobre o Feijoeiro em Plantio Direto. **PAB**, 37(8).
- PIMENTEL-GOMES, F., 1984. A Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária. Piracicaba: POTAFOS, 160p.
- PIRES, R. C. de M.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; SAKAI, E.; BORTOLETTO, N., 1991. Profundidade do Sistema Radicular das Culturas de Feijão e Trigo sob Pivô Central. **Bragantia**, 50(1):153-162.
- SLONEKER, L. L.; MODENHAUER, W. C., 1997. Measuring the Amounts of Crop Residue Remaining After Tillage. **J. Soil Wat. Conser.**, 32:231-236.
- STOLF, R., 1991. Teoria e Teste Experimental de Fórmulas de Transformação dos Dados de Penetrômetro de Impacto em Resistência do Solo. **Rev. Bras. de Ciência Solo**, 15:229-235.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V., 1983. Penetrômetro de Impacto - Modelo IAA/Planalsucar-STOLF: Recomendações para o seu Uso. **STAB**, 1(3):18-23.
- STONE, L. F.; PEREIRA, A. L., 1994. Sucessão Arroz-Feijão Irrigados

- por Aspersão: Efeitos de Espaçamento entre Linhas, Adubação e Cultivar no Crescimento, Desenvolvimento Radicular e Consumo D'água do Feijoeiro. **PAB**, **29**(10):1577-1592.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da, 1996. Efeito do Preparo do Solo na Compactação e Disponibilidade de Água do Solo e no Desenvolvimento Radicular e Produtividade do Feijoeiro Irrigado por Aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia, GO. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, v.1, p.459-461 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 69)
- TU, J. C.; TAN, C. S., 1991. Effecto of Soil Compaction on Growth, Yield and Root Rots of White Beans in Clay Loam and Sandy Loam Soil. **Soil Biol. Bioch.**, **23**(3):233-238.
- VOLKMAR, K. M., 1993. A Comparison of Minirhizotron Techniques for Estimating Root Length Density in Soils of Different Bulk Densities. **Plant and Soil**, **157**:239-245.
- WUTKE, E. B., 1998. Desempenho do Feijoeiro em Rotação com Milho e Adubos Verdes. Piracicaba, 1998. 146 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.
- WUTKE, E. B.; PINZAN, N. R.; SANNAZZARO, A. M.; OLIVEIRA, S. H. F. de, 1998a. Sistema de Avaliação e Recomendação de Cultivares para o Estado de São Paulo 1994/1996. Campinas, CATI, 1998a. 18p. (Documento Técnico, 109)
- WUTKE, E. B.; ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; FUJIWARA, M.; SAKAI, E.; AMBROSANO, G. M. B., 2000. Propriedades do Solo e Sistema Radicular do Feijoeiro Irrigado em Rotação com Culturas. **Rev. Bras. de Ciência Solo**, **24**,(3)621-633.
- WUTKE, E. B.; De MARIA, I. C.; MARTINS, A. L. M.; CANTARELLA, H., 2002. Cuidados com a Cultura do Feijoeiro em Plantio Direto. **O Agrônomo**, **52**(1):23-24.
- YAPA, L. G. G.; FRITTON, D. D.; WILLATT, S. T., 1988. Effect of Soil Strength on Root Growth Under Different Water Condition. **Plant and Soil**, **109**:9-16.

**CONSELHO EDITORIAL**

Ailton Rocha Monteiro  
Antônio de Oliveira Lobão  
Armando Conagin  
Carlos Henrique Garcia  
Celso Omoto  
Ernesto Paterniani  
Evaristo Marzabal Neves  
Hermano Vaz de Arruda  
Hilton Thadeu Zarate do Couto  
João Gilberto Correa da Silva  
José Carlos Chitolina  
José Djair Vendramim  
José Carlos Cerri  
Júlio Marcos Filho  
Klaus Reichardt  
Rafael Boggio Ronceros  
Roland Vencovsky  
Rubens R.A. Lordello  
Salim Simão  
Tsuioishi Yamada

A revisão bibliográfica foi feita pela Sra. Clotilde M. Batochio.

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE ARTIGOS**

Os trabalhos, sem exceção, devem ser originais, inéditos e cientificamente corretos. Têm preferência os de maior interesse científico ou econômico para o País. A Revista ajuda a reformulação dos artigos, quando necessária. Assessores "ad hoc" serão chamados a opinar sobre os artigos, sempre que conveniente. Têm preferência para publicação os artigos cujos autores sejam, na maioria, assinantes da Revista.

A Revista não publica figuras meramente ilustrativas; prefere substituí-las por tabelas numéricas, mais informativas.