

CAPÍTULO 12

Qualidade na Implantação da Lavoura

Corival Cândido da Silva e José Geraldo Di Stefano

A segurança alimentar é que determina a saúde e o vigor de um povo, portanto esse é um tema que, a cada dia, desperta mais preocupação nos órgãos governamentais, não governamentais e na sociedade em geral, uma vez que a demanda por alimentos cresce numa velocidade assustadora. Esse tema deve ser analisado sob dois pontos de vista, a qualidade dos alimentos e a quantidade produzida. Analisando agora somente sob o ponto de vista de quantidade produzida, esta é influenciada pela dimensão da área plantada e pela produtividade nela obtida. A produtividade por sua vez, depende do potencial genético da cultivar utilizada e da sua relação com o ambiente a ela proporcionado, resultando em melhor utilização da luz (fotossíntese), para que possa expressar o seu máximo potencial. As cultivares atualmente disponíveis têm potencial para suplantarem os maiores tetos de produtividades obtidos no país, conforme estimativas da Conab (2007). Esses são obtidos no Distrito Federal, em Mato Grosso, em Goiás e em Minas Gerais, com 3.000, 2.997, 2.640 e 2.350 kg/ha, respectivamente, na terceira época ou safra de inverno.

Alguns exemplos dessas cultivares são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Rendimentos informados no registro da cultivar, conforme resultados dos Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (Ensaio de VCU).

<i>Cultivar</i>	<i>Rendimento (kg/ha)</i>	<i>Local</i>	<i>Safra</i>
BRS Pontal	5.088	Sete Lagoas - MG	Inverno
	3.733	Lavras - MG	Águas
	2.943	Leopoldina - MG	Seca
BRS Requite	4.609	Patos de Minas - MG	Inverno
	3.467	Sete Lagoas - MG	Seca
BRS Horizonte	3.909	Planaltina - DF	Inverno
	4.123	Capão Bonito - SP	Águas
	3.562	Simão Dias - SC	Águas
BRS Cometa	3.878	Planaltina - DF	Inverno
	4.953	Abelardo Luz - SC	Águas
	3.775	Ponta Grossa - PR	Águas
BRS Supremo	4.126	Capão Bonito - SP	Águas
	3.800	Simão Dias - SC	Águas
	3.700	Abelardo Luz - SC	Águas
BRS Radiante	3.833	Dianópolis - TO	Inverno

O componente ambiente engloba entre diversos fatores, a organização dos espaços para o desenvolvimento das plantas em regime de máxima cooperação, e não competindo entre si. Considerando o caso mais específico do feijão, deve-se atentar para

o clima ideal da cultura, principalmente temperatura e umidade; o solo com boa aeração e não sujeito ao encharcamento; o manejo de plantas daninhas, de doenças e de insetos-praga; a adubação; a qualidade da semente; o manejo do solo; a época de semeadura e a operação de semeadura propriamente dita. Tal operação é fundamental para o estabelecimento do estande desejado, pois envolve as regulagens da máquina, para que a distribuição das sementes no campo fique como planejada, e a velocidade de deslocamento da máquina, a qual influencia a eficiência dos mecanismos dosadores. Silva et al. (1999) verificaram que os estandes inicial e final foram significativamente reduzidos quando se aumentou a velocidade de deslocamento da máquina de 3 para 6 km h⁻¹.

A distribuição de sementes, considerando especificamente o arranjo populacional, ou seja, a combinação de espaçamento entre linhas e o número de sementes na linha, foi e é um assunto objeto de dezenas de estudos nas mais diversas instituições do país que se dedicam à pesquisa com feijão.

O fato do melhor arranjo de plantas nos diferentes ambientes de produção ser um assunto que ainda desperta tanto interesse da pesquisa deve-se à sua grande importância na fase de implantação da lavoura. Essa, sendo executada de forma inadequada, pode comprometer as fases posteriores, pois o arranjo populacional se inter-relaciona com diversos outros fatores que afetam o desenvolvimento da planta de feijão, como penetração de luz no dossel; fertilidade; manejo de doenças, insetos-praga e de plantas daninhas; disponibilidade de água; e época de plantio. Aliado a isto, deve-se considerar também que a quantidade de sementes utilizada por hectare influencia diretamente na qualidade do grão colhido.

Os trabalhos publicados sobre a população ideal de plantas, relativos à cultura do feijoeiro, em geral, indicam populações de 200 a 240 mil plantas ha⁻¹ como adequadas para se obter os máximos rendimentos. Essas populações, no entanto, podem ser obtidas com diversos arranjos, combinando-se espaçamentos que variam de 20 a 70 cm entre linhas com densidades de 4 a 14 plantas por metro de linha, conforme demonstrado na Tabela 2. Às vezes agregam àquela indicação o arranjo populacional considerado mais adequado, normalmente 40 a 50 cm de espaçamento entre linhas com 10 a 12 plantas por metro, outras vezes limitam-se a considerar apenas a população por área, mesmo porque, sendo o feijoeiro uma planta com muita plasticidade, pode produzir satisfatoriamente numa faixa de

limites de população bastante ampla, em alguns casos chegando a uma variação de 100 a 400 mil plantas ha⁻¹ (SOUZA et al., 2002). Em outras condições, embora a produtividade máxima possa ser alcançada em uma ampla faixa de população de plantas, abaixo de 185.000 plantas ha⁻¹ não há mais possibilidade de compensação, conseqüentemente a produtividade é reduzida (STONE; SILVEIRA, 2008).

Tabela 2. Populações de plantas por hectare obtidas com as combinações entre seis espaçamentos entre fileiras e de duas a dezoito plantas por metro de fileira.

Densidade (plantas m ⁻¹)	Espaçamento entre fileiras (cm)					
	20	30	40	50	60	70
	Número de plantas ha ⁻¹					
2	100.000	66.666	50.000	40.000	33.334	28.572
3	150.000	99.999	75.000	60.000	50.001	42.858
4	200.000	133.332	100.000	80.000	66.668	57.144
5	250.000	166.665	125.000	100.000	83.335	71.430
6	300.000	199.998	150.000	120.000	100.002	85.716
7	350.000	233.331	175.000	140.000	116.669	100.002
8	400.000	266.664	200.000	160.000	133.336	114.288
9	450.000	299.997	225.000	180.000	150.003	128.574
10	500.000	333.330	250.000	200.000	166.670	142.860
11	550.000	366.663	275.000	220.000	183.337	157.146
12	600.000	399.996	300.000	240.000	200.004	171.432
13	650.000	433.329	325.000	260.000	216.671	185.718
14	700.000	466.662	350.000	280.000	233.338	200.004
15	750.000	499.995	375.000	300.000	250.005	214.290
16	800.000	533.328	400.000	320.000	266.672	228.576
17	850.000	566.661	425.000	340.000	283.339	242.862
18	900.000	599.994	450.000	360.000	300.006	257.148
Fileiras (m ha ⁻¹)	50.000	33.333	25.000	20.000	16.667	14.286

Nota: Populações de plantas próximas aos limites mais comumente recomendadas.

Populações de plantas obtidas com as combinações entre espaçamentos e densidades mais comumente recomendadas.

Com o desenvolvimento de novas cultivares e a grande diversidade de ambientes em que são cultivadas, deve-se ter uma atenção especial no planejamento para a implantação da lavoura. Levando em consideração as possíveis combinações mostradas na Tabela 2 e as características dessa espécie vegetal, como o hábito de crescimento, há que se decidir, para cada ambiente e para cada cultivar,

qual o arranjo mais adequado, considerando-se a operacionalidade de semeadura e as possíveis interações com outros fatores mencionados anteriormente.

É importante considerar que, mantendo populações de 200 a 240 mil plantas ha^{-1} , mas com espaçamentos menores, combinando-se com menores densidades de plantas na linha, as plantas ficam mais equidistantes, portanto a competição entre elas por água, luz e nutrientes é menor. Essa inter-relação deve ser levada em consideração e observada nos diferentes ambientes e sistemas de produção de cada época de plantio para o melhor planejamento do sistema desejado. Em ambientes frios, cultivares de ciclo precoce principalmente, podem vir a sofrer com a competição de plantas daninhas, devido ao atraso no seu desenvolvimento fenológico ou ao porte mais baixo das plantas. Em ambientes mais quentes, observa-se no campo, em altitudes abaixo de 500 m, um desenvolvimento vegetativo maior das plantas, principalmente nas de hábito indeterminado. Em Paracatu-MG, a aproximadamente 300 m de altitude, a cultivar Pérola é plantada por alguns produtores a 40 cm entre linhas com 6 plantas por metro. Uma outra situação a ser observada nas áreas de baixa altitude, mais quentes, é a interação planta-fertilidade do solo e manejo da água de irrigação no plantio de inverno. Adubação excessiva ou desequilibrada de nitrogênio pode acarretar, principalmente em plantas de hábito indeterminado, prostradas, um rápido desenvolvimento vegetativo, proporcionando o autosombreamento das plantas pelo fechamento precoce das linhas de plantio. Com isto, perde-se precocemente as folhas do baixeiro, não acontecendo o vingamento intenso da primeira florada.

Como reflexão, analisou-se a combinação entre espaçamento de 20 cm entre linhas e 5 plantas m^{-1} , obtendo-se população de 250 mil plantas ha^{-1} , com uma distribuição equidistante das plantas na área. Pois, tanto dentro da linha, quanto entre linhas, teoricamente elas ficam distanciadas de 20 cm entre si, aproveitando melhor a radiação solar e, em plantios de épocas frias, um melhor aquecimento do solo. Essa combinação, embora aparentemente adequada, não tem sido recomendada, porque as semeadoras não permitem essa regulagem, ou porque, especialmente em sistema de semeadura direta, a palhada sobre o solo provoca embuchamento da máquina, dificultando a operação. Mas, considerando principalmente as cultivares com plantas de porte ereto, não seria essa a combinação ideal? Será que essa combinação não poderá ser viabilizada no futuro? Uma reflexão sobre esse caso é plenamente justificável e necessária.

Embora não chegando ao limite de exercitar essa reflexão, mas chegando a uma condição muito próxima do arranjo citado anteriormente, um grupo de experimentos foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, nos anos 2005 e 2006, na época de outono-inverno, num Latossolo Vermelho distrófico, de boa fertilidade (Tabela 3), no qual foi avaliado o efeito de diversas combinações entre espaçamento e densidade de plantas sobre o rendimento de algumas cultivares disponibilizadas para o mercado nos últimos anos, ou em fase de desenvolvimento. As principais características dessas cultivares estão na Tabela 4, e seus rendimentos, nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 3. Características químicas¹ do solo da área experimental em três profundidades. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2005.

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	Ca ²	Mg	Al	H+Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.
		cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³			g dm ⁻³	
0-10	5,7	1,89	0,86	0,1	4,79	31,0	100	1,8	6,1	54	15	20
10-20	5,7	1,62	0,75	0,1	4,93	9,9	90	1,8	5,1	56	13	18
20-30	5,6	1,44	0,72	0,1	5,31	6,8	84	1,7	5,0	58	13	16

¹Análises realizadas no Laboratório de Análises Física, Química e Tecnológica da Embrapa Arroz e Feijão.

²Ca, Mg e Al extraídos em KCl 1N; K, P, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos em solução de Mehlich 1 (HCl 0,5N+H₂SO₄ 0,025 N). Matéria Orgânica determinada pelo método de Walkley Black.

Tabela 4. Características das cultivares de feijoeiro comum avaliadas nos experimentos sobre arranjos populacionais de plantas. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2005/06.

Cultivar	Ciclo (dias)	Grupo comercial	Massa de 100 grãos (g)	Porte	Tipo de planta
BRS Pontal	87	Carioca	26,1	Semi-ereto	II/III
BRS Requite	87	Carioca	24,0	Semi-ereto	II/III
BRS Radiante	80	Manteigão/rajado	43,5	Ereto	I
Pérola	86	Carioca	27,0	Semi-ereto	II/III
BRS Valente	90	Preto	21,5	Ereto	II
BRS Supremo	83	Preto	24,6	Ereto	II
BRS Horizonte	85	Carioca	27,7	Ereto	II
BRS Estilo	-	Carioca	-	Ereto	II
BRS Esplendor	-	Preto	-	Ereto	II
Majestoso	-	Preto	-	Ereto	II
SUG 33	-	Manteigão/rajado	-	Ereto	II
DRK 18	-	Manteigão/vermelho	-	Ereto	II
BRS Cometa	-	Carioca	-	Ereto	II

Fonte: Reunião da Comissão Técnica Central-Brasileira de Feijão (2006).

Tabela 5. Efeito de espaçamento e densidade de plantas no rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de diversas cultivares de feijão. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2005¹.

Cultivar	Espaçamento (cm)	Densidade planejada (plantas m ⁻¹)				Média L ^{***}
		6 L ^{***}	10 ^{n.s.}	14 L ^{***}	18 L ^{***}	
BRS Pontal	40 n.s.	4535	3911	4464	4391	4325
	50 n.s.	4061	3701	4302	3939	4001
	60 n.s.	3774	3591	3802	3992	3790
	70 n.s.	3259	3516	3234	3473	3370
	Média n.s.	3907	3680	3951	3949	3872
	Dens. obtida	5	8	11	14	-
BRS Requite	Espaçamento	6 L ^{***}	10 n.s.	14 n.s.	18 n.s.	Média L ^{***}
	40 n.s.	4219	3857	3733	3882	3923
	50 L ^{***}	3400	3699	3983	4015	3774
	60 n.s.	3594	3586	3729	3672	3645
	70 Q ^{**}	2920	3804	3546	3680	3488
	Média L ^{**}	3533	3737	3748	3812	3708
	Dens. obtida	5	9	11	14	-
BRS Radiante	Espaçamento	6 L ^{**}	10 L [*]	14 L ^{**}	18 n.s.	Média L ^{**}
	30 n.s.	3941	3993	3846	3755	3884
	40 n.s.	3620	4166	4019	4066	3968
	50 n.s.	3363	3370	3338	3614	3421
	60 n.s.	3267	3690	3258	3458	3418
	Média n.s.	3548	3805	3615	3723	3673
	Dens. obtida	6	9	13	16	-
Pérola	Espaçamento	6 n.s.	10 n.s.	14 n.s.	18 n.s.	Média n.s.
	40 n.s.	3591	3994	3892	3742	3805
	50 L [*]	3249	3295	3875	3634	3513
	60 L ^{**}	3387	3321	3866	3873	3612
	70 n.s.	3204	3540	3638	3392	3437
	Média L ^{**}	3358	3538	3818	3661	3594
	Dens. obtida	6	9	13	16	-
Valente	Espaçamento	6 L [*]	10 L ^{***}	14 L ^{***}	18 n.s.	Média L ^{***}
	30 Q ^{***}	3733	4451	3974	3193	3837
	40 n.s.	3895	3981	3874	3495	3812
	50 n.s.	3227	3214	3413	3526	3345
	60 n.s.	3254	3089	2941	3284	3142
	Média n.s.	3527	3684	3551	3375	3534
	Dens. obtida	6	9	13	15	-
BRS Supremo	Espaçamento	6 L ^{***}	10 n.s.	14 L ^{**}	18 n.s.	Média L [*]
	30 n.s.	3520	3126	3243	3252	3285
	40 n.s.	3370	3139	3119	3066	3173
	50 n.s.	2768	2908	2551	2952	2795
	60 n.s.	2816	2999	2808	3071	2930
	Média n.s.	3139	3043	2930	3085	3048
	Dens. obtida	6	9	13	17	-
BRS Horizonte	Espaçamento	6 L ^{**}	10 L ^{**}	14 L ^{**}	18 L ^{***}	Média L ^{***}
	30 n.s.	2901	3141	3026	3087	3039
	40 n.s.	2916	2705	2967	2668	2814
	50 n.s.	2334	2603	2656	2491	2521
	60 n.s.	2182	2574	2446	2344	2386
	Média Q [*]	2583	2756	2774	2647	2690
	Dens. obtida	6	9	12	16	-

¹L – Regressão linear; Q – Regressão quadrática; n.s. – Não significativo; *, ** e *** Significativos a 10%, 5% e 1%, respectivamente, pelo Teste de F.*

Tabela 6. Efeito de espaçamento e densidade de plantas no rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de diversas cultivares de feijão. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2006¹.

Cultivar	Espaçamento (cm)	Densidade planejada (plantas m ⁻¹)			Média n.s.
		6 ^{n.s.}	10 ^{n.s.}	14 ^{Q*}	
BRS Pontal	30 ^{n.s.}	3783	3940	3856	3860
	40 ^{n.s.}	4052	3942	3912	3969
	50 ^{n.s.}	4029	3761	4266	4019
	60 ^{n.s.}	3577	3436	3419	3477
	Média ^{n.s.}	3860	3770	3863	3831
	Dens. obtida	8	11	13	-
BRS Estilo	Espaçamento	6 ^{n.s.}	10 ^{n.s.}	14 ^{n.s.}	Média ^{n.s.}
	30 ^{n.s.}	4052	3810	3404	3755
	40 ^{n.s.}	4161	3986	4080	4075
	50 ^{n.s.}	3780	3774	3427	3660
	60 ^{n.s.}	3408	3568	3442	3473
	Média ^{n.s.}	3850	3785	3588	3741
	Dens. obtida	7	11	11	-
BRS Esplendor	Espaçamento	6 ^{L***}	10 ^{L***}	14 ^{L*}	Média ^{L***}
	30 ^{n.s.}	4364	4139	4035	4180
	40 ^{n.s.}	3633	3320	4028	3660
	50 ^{n.s.}	3577	3394	3728	3566
	60 ^{n.s.}	3256	2729	3355	3113
	Média ^{n.s.}	3708	3396	3787	3630
	Dens. obtida	7	12	15	-
Majestoso	Espaçamento	6 ^{L**}	10 ^{n.s.}	14 ^{L***}	Média ^{L**}
	30 ^{L*}	3551	3483	4427	3820
	40 ^{n.s.}	3228	3216	3241	3228
	50 ^{n.s.}	3044	3191	3054	3096
	60 ^{n.s.}	2607	2838	2651	2699
	Média ^{n.s.}	3107	3182	3343	3211
	Dens. obtida	8	10	12	-
SUG 33	Espaçamento	6 ^{L**}	10 ^{n.s.}	14 ^{n.s.}	Média ^{n.s.}
	30 ^{n.s.}	3315	3306	3081	3234
	40 ^{L**}	3278	3370	3776	3475
	50 ^{n.s.}	2875	3416	2757	3016
	60 ^{n.s.}	2881	3134	3048	3021
	Média ^{n.s.}	3087	3307	3166	3187
	Dens. obtida	8	11	11	-
DRK 18	Espaçamento	6 ^{L**}	10 ^{L**}	14 ^{L*}	Média ^{L*}
	30 ^{n.s.}	3885	3328	3520	3608
	40 ^{n.s.}	3125	2842	3298	3089
	50 ^{n.s.}	3079	3011	3641	3244
	60 ^{n.s.}	2972	2467	2652	2697
	Média ^{n.s.}	3265	2884	3262	3140
	Dens. obtida	8	11	12	-
BRS Cometa	Espaçamento	6 ^{n.s.}	10 ^{L**}	14 ^{n.s.}	Média ^{L**}
	30 ^{n.s.}	2954	2779	2779	2837
	40 ^{n.s.}	2469	2236)	2597	2434
	50 ^{L*}	2277	2501	3096	2625
	60 ^{n.s.}	2252	1649	2039	1980
	Média ^{n.s.}	2488	2291	2628	2469
	Dens. obtida	7	9	11	-

¹ L – Regressão Linear; Q – Regressão Quadrática; n.s. – Não significativo; *, ** e *** Significativos a 10%, 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F.

Analisando os resultados mostrados nas Tabelas 5 e 6, verifica-se que, em geral, os rendimentos decrescem linearmente à medida que os espaçamentos entre as linhas aumentam, e se mantendo praticamente constantes com o aumento das populações de plantas na linha. Considerando os limites de espaçamentos entre linhas de 30 e 70 cm, os resultados indicam, sobretudo para as cultivares de porte ereto, o menor espaçamento como o mais viável. Como os rendimentos foram significativamente ascendentes com a diminuição dos espaçamentos (análise de regressão), confirma-se também a viabilidade de refletir-se sobre espaçamentos menores, logicamente não desconsiderando as inter-relações com outros fatores e a viabilidade da operacionalização da cultura.

Quanto ao número de plantas na linha, embora em alguns tratamentos o obtido não foi tal como planejado, no geral pode-se concluir que não há necessidade de mais do que 10 plantas m^{-1} para que se obtenham os máximos rendimentos. Este limite confere uma margem de segurança ao produtor, uma vez que, até com populações menores ainda é possível obter rendimentos elevados, como pode ser visto nas Tabelas 5 e 6.

Esses indicadores obtidos nos ajustes fitotécnicos realizados na Embrapa Arroz e Feijão consideraram sempre o número de plantas obtido no final do experimento, como pode ser observado nas Tabelas 5 e 6.

Finalmente, é necessário ressaltar que por intermédio desses resultados espera-se que cada região ou propriedade consiga refletir e estabelecer suas próprias populações de plantas por hectare, para a cultura do feijoeiro. Técnicos e produtores devem compreender que para atingir o potencial de uma cultivar devem utilizar sementes com qualidade que garantam o estande final adequado para aquele ambiente local, gerando plantas de alta produtividade. Portanto, a utilização de sementes com qualidade sanitária e fisiológica é o componente de produção que diminui os riscos de insucesso do produtor, contribuindo para a sua rentabilidade.

Referências

CONAB. Estimativa de safra - feijão 3ª. Safra (comparativo de área, produtividade e produção: safras 2006/2007 e 2007/2008). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/IA_AGOST_2007.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2007.

REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA CENTRAL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 16., 2005, Goiânia. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região central-brasileira 2005-2007.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 139 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 193).

SILVA, J. G. da; KLUTHCOUSKI, J.; DI STEFANO, J. G.; AIDAR, H. Efeitos da velocidade de operação e da profundidade de adubação de uma semeadora adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do feijoeiro sob plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 442-445. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

SOUZA, A. B. de; ANDRADE, M. J. B. de; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, jan./fev. 2002.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P.M. da. Limites de competição dos componentes da produtividade de grãos do feijoeiro-comum cv. Pérola. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 83-88, Apr./ June 2008.