

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CORREÇÃO DE ESTANDE EM FEIJÃO¹

MARIA IMACULADA P. S. FERNANDES², MAGNO A. PATTO RAMALHO³
e PAULO CÉSAR LIMA⁴

RESUMO - Para avaliar a influência da perda de plantas na produção da parcela experimental, bem como comparar alguns métodos de correção de estande para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* (L.)), ensaios com simulação de diferentes proporções de falhas foram conduzidos em Sete Lagoas, MG, em 1983. Utilizaram-se as cultivares de feijão CNF-005 e Pintado, sendo realizado um experimento distinto para cada uma delas, em blocos casualizados, com sete repetições. Foram avaliados o número de vagens por planta, a produção de grãos por planta, e a produção de grãos em kg/ha. Os resultados obtidos foram concordantes para ambas as cultivares, e mostraram que as plantas do feijoeiro têm a capacidade de compensar as falhas através de uma maior produtividade das plantas situadas nas suas proximidades. Esta estabilidade na produção de grãos foi explicada principalmente pelo número de vagens/planta, que se mostrou suficientemente plástico para compensar a produção total de grãos em kg/ha mesmo nos menores estandes. Com relação aos métodos de correção de estande, a expressão que usou o coeficiente de regressão linear (b) mostrou-se eficiente para corrigir dados da produção de grãos e de seus componentes, enquanto a fórmula de Zuber foi tão eficiente quanto a anterior, mas apenas para a produção de grãos.

Termos para indexação: perda de plantas, simulações, cultivares, vagens por planta.

COMPARISON OF METHODS OF CORRECTION OF STAND IN BEAN CROPS

ABSTRACT - In order to evaluate the influence of loss of plants on the yield of experimental plots, and to compare methods of correction of stand in common bean (*Phaseolus vulgaris* (L.)) crops, trials with simulation of different proportions of gaps were carried out in Sete Lagoas, MG, in 1983. Two bean cultivars, CNF-005 and Pintado were used, a different trial being set up for each cultivar. The trials were conducted in randomized complete blocks with seven replicates. The number of pods per plant, grain yield per plant, and grain yield in kg/ha were assessed. The results obtained for both cultivars were in agreement, and showed that bean plants have capacity to compensate for the gaps by a greater productivity of the plants situated next to the gaps. This stability in grain yield was explained principally by the number of pods per plant, which showed itself sufficiently plastic to compensate the total grain yield in kg/ha even in the smaller stands. Regarding the methods of correction of the stands, the expression that employed the coefficient of linear regression (b) was shown to be efficient in correcting data of grain yield and its components, whilst the expression of Zuber was equally efficient, but only for grain yield.

Index terms: loss of plants, simulations, cultivars, pods per plant.

INTRODUÇÃO

Na experimentação de campo com o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) uma das principais dificuldades é a obtenção de um mesmo número de plantas em todas as parcelas do ensaio, o que está diretamente relacionado com a precisão experimental. Isto se torna de grande importância, uma vez que a experimenta-

ção se fundamenta na obtenção de estimativas tão precisas quanto possível, para que haja confiabilidade nos resultados da pesquisa.

Para promover maior uniformidade no número de plantas por parcela é normalmente recomendável colocar maior número de sementes no plantio, e fazer o desbaste posteriormente. Isto, contudo, não é suficiente para resolver o problema de estande, pois muitas falhas podem ocorrer após o desbaste.

Embora a maioria dos trabalhos relatados na literatura não apresentem dados de estande, sabe-se que ele varia muito de experimento para experimento. Observou-se, por exemplo, em alguns trabalhos, uma percentagem de redução no estande do feijoeiro que variava de 12,2% a 73,6% (Cardoso 1970, Andrade 1976, Ramos 1982). Apesar desta ampla variação do estande e da importância da pesquisa com o feijoeiro no Brasil, a maioria dos pesquisadores que trabalham com a cultura não têm

¹ Aceito para publicação em 14 de setembro de 1988.

Parte da dissertação apresentada pela autora à Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), para obtenção do título Magister Scientiae.

² Enga. - Agr., M.Sc., Dep. de Biol., ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG, Bolsista do CNPq.

³ Eng. - Agr., M.Sc., D.Sc., Prof.-Titular, Dep. de Biol., ESAL.

⁴ Eng. - Agr., M.Sc., Prof. - Adj., Dep. de Ciências Exatas, ESAL.

usado nenhum processo para atenuar estas diferenças de estande. E as informações a este respeito na literatura são também escassas.

Desta forma, foi conduzido o presente trabalho para avaliar o efeito das perdas de plantas na produção da parcela experimental e para comparar alguns métodos de correção de estande para a cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos durante o ano agrícola de 1983, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS-EMBRAPA), em Sete Lagoas, MG, com as cultivares de feijão CNF-005, de hábito de crescimento tipo II, e a Pintado, de hábito de crescimento tipo III, sendo que para cada cultivar foi realizado um experimento distinto.

Utilizou-se, para ambos os experimentos, o delineamento de blocos casualizados, com sete repetições. Foram avaliados seis tratamentos, correspondentes ao número de falhas nas parcelas: A (0 a 10), B (10 a 20), C(20 a 30), D(30 a 40), E(40 a 50) e F(50 a 60). Estas falhas foram obtidas por simulação, através do arrancamento aleatório das plantas no início de seu desenvolvimento.

Cada parcela foi constituída de três linhas de 10 m de comprimento, sendo apenas a linha central considerada como área útil. O espaçamento entre linhas foi de 0,50 m. No plantio, as sementes foram colocadas duas a duas, espaçadas de 0,10 m e desbastadas posteriormente para uma planta. No início de desenvolvimento da planta, realizou-se a simulação de falhas nas diferentes intensidades. A adubação foi efetuada com o equivalente a 180 kg/ha de superfosfato triplo no plantio de 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura. Foram feitas irrigações complementares e realizados os demais tratamentos culturais recomendados para a cultura.

Na coleta dos dados foram consideradas todas as plantas da área útil das parcelas e avaliaram-se as características de número de vagens por planta, produção de grãos por planta (g) e produção de grãos por área (kg/ha).

Para cada experimento, com os dados de todas características, realizou-se a análise de variância, para avaliar as diferenças de produção em função das falhas. Aplicou-se também uma análise de regressão aos dados de cada característica, em função do número de plantas em falta nas parcelas.

Foram comparados dois métodos para correção de estande em feijão, tendo em vista as características de produção de grãos por área (kg/ha) e de número de vagens por planta:

1. Expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função do número de plantas em falta nas parcelas:

$$Y_c = Y - b.F \quad \text{onde}$$

Y_c : valor da parcela corrigido para o estande ideal de plantas;

Y : valor original da parcela (sem correção);

b : coeficiente de regressão linear do caráter em função do número de plantas em falta nas parcelas.

F : Número de plantas em falta na parcela.

2. Expressão de Zuber (1942):

$$Y_c = \frac{Y(N - KF)}{N - F} \quad \text{onde}$$

Y_c : valor da parcela corrigido para o estande ideal de plantas;

Y : valor original da parcela (sem correção);

N : número ideal de plantas na parcela;

F : número de plantas em falta na parcela;

K : fator de correção médio encontrado por Fernandes (1987). Este ajuste adiciona, à produção da parcela, $1-K$ da produção média por planta para cada ocorrência de falha, e considera que os K restantes são recuperados pelo aumento da produtividade das plantas vizinhas às falhas.

Neste caso, a correção foi feita apenas para a produção de grãos.

Os dados corrigidos pelos dois métodos foram novamente submetidos à análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da Tabela 1 mostram que o comportamento dos tratamentos foi semelhante para ambas as cultivares, ou seja, o efeito da desuniformidade do estande não variou de acordo com o tipo de hábito de crescimento das cultivares. E como as cultivares de feijão CNF-005 e Pintado são representativas da maioria dos tipos de cultivares disponíveis no Brasil (de hábitos de crescimento de tipos II e III, respectivamente), os resultados apresentados neste trabalho poderão ser generalizados.

Não se comprovou regressão significativa da produção de grãos, em kg/ha, em relação ao estande, o que evidencia existir compensação da produtividade pelas plantas restantes nas parcelas. E, como foram consideradas intensidades de perdas de plantas de até 50%, constata-se que a compensação se deu neste nível.

Relativamente ao número de vagens e à produção de grãos por planta, foi encontrada significância dos quadrados médios para tratamentos (Tabela 1), e as maiores médias foram obtidas nos menores estandes (Tabela 2), o que mostra o efeito notável das falhas sobre estas características. Este efeito também foi atestado pela alta significância dos efeitos lineares, os quais contribuíram com o mínimo 84,5% da variação explicada pela regressão (Tabela 1). É conveniente salientar também que esta plasticidade nestas características é que contribuiu para a estabilidade na produção de grãos em kg/ha.

O feijoeiro responde muito à presença de competição, e isto, constatado nestes experimentos, é tam-

TABELA 1. Resumo das análises de variância e regressão do número de vagens por planta (A), produção de grãos por planta (B), em gramas, e produção de grãos por área (C), em quilogramas por hectare, em função do número de plantas em falta nas parcelas, para as cultivares CNF-005 e Pintado. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		CNF-005			Pintado		
		A	B	C	A	B	C
Blocos	6	3,0352	1,7227	17891,2410	2,1564	12,2950**	221653,2630**
Tratamentos	(5)	37,1308**	52,5711**	36561,6190	20,1306**	63,5439**	64601,7570
Regressão linear	1	176,2051**	247,9968**	127777,8322	98,8394**	307,7628**	37762,2540
Regressão quadrática	1	8,6002*	14,0558*	12324,9649	0,5002	2,2224	87166,4256
Regressão cúbica	1	0,6142	0,2967	21350,8447	0,0067	0,0296	2173,8819
Regressão 4º grau	1	0,0872	0,0653	2771,5712	0,3039	1,8527	30677,5225
Regressão 5º grau	1	0,1473	0,4211	18582,8820	1,0028	4,6519	165228,7010
Resíduo	30	1,5361	2,4009	39665,5360	0,6942	3,0738	58663,1540
Coef. de regressão linear (b)		0,1199	0,1423	-3,2297	0,0898	0,1585	-1,7557
C.V. (%)		9,57	12,36	10,92	9,08	13,12	12,36

* e ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

bém relatado no trabalho de Sullivan & Bliss (1981), com a mesma cultura, onde mostraram que essa planta tem capacidade de atenuar o efeito das falhas através de maior produtividade das plantas situadas nas suas proximidades. Adams (1967) salientou também que maiores competições entre plantas podem induzir maiores competições dentro da planta para os assimilados, o que conduz a uma variação compensatória entre os componentes da produção do feijoeiro, cujo produto determina o nível de produção final de grãos. Sendo assim, à medida que diminui a competição entre plantas, é esperado um aumento da produção de grãos por planta.

Para ambas as cultivares, mesmo não tendo ocorrido diferença para a produtividade de grãos em kg/ha, o que normalmente é a principal característica a ser avaliada, procurou-se verificar o efeito de possíveis métodos de correção de estande nesta característica. Foi também verificado o efeito desta correção na característica do número de vagens por planta, pois se mostrou com grande plasticidade para compensar a produção total de grãos, mesmo nos menores estandes.

A correção dos dados pela expressão $Y_c = Y - b.F$ é justificada, porque a estimativa do coeficiente de regressão linear b fornece a alteração na variável dependente (Y) a qualquer variação de uma unidade na variável independente (X). Isto é, a ausência de planta acarreta uma alteração no valor de Y correspondente ao valor de b , e sendo assim, o valor corrigido irá depender do número de falhas (F) e da estimativa de b . Os valores dos coeficientes de regressão linear usados na expressão foram de

0,1199 e -3,2297 para a cultivar CNF-005 e de 0,0898 e -1,7557 para a cultivar Pintado, quando se considerou o número de vagens por planta e a produção de grãos em kg/ha, respectivamente (Tabela 1). Como foi realizado um ensaio em branco, em que variou apenas o estande, a não-significância dos quadrados médios para tratamentos, após a correção, mostra que este método foi eficiente (Tabela 3). Estes resultados foram concordantes para ambas as características e cultivares. Os valores dos coeficientes de variação praticamente não foram alterados. A eficiência do coeficiente de regressão linear, para corrigir dados do feijoeiro com base no estande, foi também constatada por Igue (1972), desde que, em 61 experimentos avaliados, ele se mostrou eficiente e consistente na redução do erro experimental.

Com relação à expressão de Zuber (1942), proposta para o milho, utilizaram-se como fator de correção os valores médios de 0,70 e 0,96, encontrados por Fernandes (1987), para as cultivares CNF-005 e Pintado, respectivamente. A eficiência desta expressão para corrigir dados de produção de grãos do feijoeiro também é mostrada pela não-alteração das comparações entre tratamentos (Tabelas 3 e 4). Porém, a utilização desta expressão em outras situações vai estar condicionada à estimativa do fator de correção (K), o qual varia amplamente (Fernandes 1987). Por outro lado, esta expressão não se presta para corrigir dados dos componentes primários da produção do feijoeiro, o que a torna de aplicação mais restrita. A correção do estande por este método praticamente não alterou a precisão experimental.

TABELA 2. Resultados médios do número de vagens por planta (A), produção de grãos por planta (B), em gramas, e produção de grãos por área (C), em quilogramas por hectare, para as cultivares CNF-005 e Pintado. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Cultivar	Número de plantas em falta/parcela (%)	A	B	C
CNF-005	0 a 10	10,69	9,84	1948,57
	10 a 20	10,86	10,16	1843,83
	20 a 30	11,74	11,03	1780,27
	30 a 40	13,29	12,89	1845,82
	40 a 50	14,68	14,49	1772,12
	50 a 60	16,48	16,83	1752,41
Média geral		12,96	12,54	1823,84
Pintado	0 a 10	7,12	9,89	1971,11
	10 a 20	7,58	10,34	1902,73
	20 a 30	8,93	13,03	2133,37
	30 a 40	9,34	13,60	1932,75
	40 a 50	10,48	15,69	1965,23
	50 a 60	11,59	17,66	1850,83
Média geral		9,17	13,37	1959,34

TABELA 3. Resumo das análises de variância do número de vagens por planta (A) e produção de grãos (C) em quilogramas por hectare, corrigidos para o estande, para as cultivares CNF-005 e Pintado.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Método 1 ¹				Método 2 ²	
		CNF-005		Pintado		Pintado	Pintado
		A	C	A	C	C	C
Blocos	6	2,4100	19072,4300	2,0809*	221469,0710**	28312,0585	230205,2640**
Tratamentos	5	1,7199	11413,2230	0,4119	56681,1900	122324,7192	55234,5148
Resíduo	30	1,1268	40699,4660	0,6832	58511,5420	51355,8097	60182,7296
C.V. (%)		10,53	10,61	11,71	12,09	11,17	12,34

*, ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹ Método 1: Correção pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função do número de plantas em falta nas parcelas.

² Método 2: Correção pela expressão de Zuber.

Convém salientar também que uma das vantagens da correção de estande está na melhoria da precisão experimental, que poderia ser constatada por obtenção de menores valores dos coeficientes de variação (CV) dos experimentos. Isto, contudo, não pode ser avaliado neste trabalho, desde que, para ambas as cultivares e suas características, foram encontrados baixos CVs mesmo antes de os dados serem submetidos a qualquer processo de correção (Tabela 3).

Estes baixos valores encontrados são explicados pelo fato de as variações maiores de estande terem sido confundidas com os tratamentos, restando ao acaso apenas pequena parte delas.

De posse destes resultados, quando se considera a produção de grãos por área em kg/ha, o estande não é um fator tão preocupante. É importante comentar que a simulação de falhas neste trabalho foi feita de

TABELA 4. Resultados médios não ajustados e ajustados, do número de vagens por planta (A) e produção de grãos por área (C) em quilogramas por hectare, e coeficientes de variação (CV%), para as cultivares CNF-005 e Pintado. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Cultivar	Porcentagem de perda de plantas por parcela (%)	A		C		
		Não ajust.	Métodos de ajuste ¹	Não ajust.	Métodos de ajuste ¹	
			1		1	2
CNF-005	0 a 10	10,69	10,55	1948,57	1952,26	1955,85
	10 a 20	10,86	9,78	1843,83	1872,90	1900,08
	20 a 30	11,74	9,42	1780,27	1842,55	1908,24
	30 a 40	13,29	9,92	1845,82	1936,71	2065,40
	40 a 50	14,68	10,04	1772,12	1897,15	2109,61
	50 a 60	16,48	10,76	1752,41	1906,51	2236,36
Média geral		12,96	10,08	1823,84	1901,35	2029,26
C.V. (%)		9,57	10,53	10,92	10,61	11,17
Pintado	0 a 10	7,12	7,02	1971,11	1973,12	1972,22
	10 a 20	7,58	6,85	1902,73	1916,78	1909,35
	20 a 30	8,93	7,30	2133,37	2165,22	2152,26
	30 a 40	9,34	6,72	1932,75	1983,92	1964,28
	40 a 50	10,48	7,13	1965,23	2030,69	2012,13
	50 a 60	11,59	7,33	1850,83	1934,10	1918,06
Média geral		9,17	7,06	1959,34	2000,64	1988,05
C.V. (%)		9,08	11,71	12,36	12,09	12,34

¹ Método 1: Correção pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) no caráter em função do número de plantas em falta nas parcelas.

Método 2: Correção pela expressão de Zuber.

maneira aleatória, com distribuição uniforme ao longo das parcelas, o que é um fato comum de ocorrer. Porém, estudos são necessários para os casos em que as falhas ocorram em chorrilho nas parcelas, ou seja, quando muitas falhas consecutivas forem observadas.

Por outro lado, em trabalhos relativos à avaliação de plantas individuais, ou em que são tomados dados dos componentes da produção do feijoeiro, as diferenças de estande podem influir nos resultados. Uma alternativa, nestes casos, seria considerar apenas os dados de plantas totalmente competitivas.

CONCLUSÕES

1. As plantas do feijoeiro mostraram capacidade de compensação, para a produção de grãos por área, com até 50% de perda de plantas nas parcelas. E, sendo esta a principal característica a ser avaliada em

experimentos com a cultura, as diferenças de estande deixam de ser um fator tão preocupante.

2. Esta compensação observada ocorreu pela maior produtividade das plantas nas parcelas com maior número de falhas. A maior produtividade decorreu principalmente do aumento do número de vagens por planta nos menores estandes. Desta forma, quando se fazem avaliações por planta ou se consideram os componentes da produção do feijoeiro, a atenção com relação ao estande deve ser redobrada.

3. A expressão $Y_c = Y - b.F$ mostrou-se eficiente para corrigir dados da produção de grãos e de seus componentes, em função das variações de estande. A fórmula de Zuber foi tão eficiente quanto a anterior, no que se refere à produção de grãos. Porém, a eficiência desta última expressão está condicionada à utilização de um fator de correção apropriado, que provavelmente deve variar de experimento para experimento e, na maioria das vezes, não pode ser determinado.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. **Crop Sci.**, Madison, 7(5):505-10, Sept./Oct. 1967.
- ANDRADE, I.B. de. **Competição entre variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes níveis de adubação.** Viçosa, UFV, 1976. 70p. Tese Mestrado.
- CARDOSO, A.A. **Comportamento de misturas de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Viçosa, UFV, 1970. 25p. Tese Mestrado.
- FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande nos experimentos com a cultura do feijoeiro.** Lavras, ESAL, 1987. 73p. Tese Mestrado.
- IGUE, T. **Influência do "stand" final das parcelas sobre a análise estatística dos experimentos.** Piracicaba, ESALQ, 1972. 113p. Tese Doutorado.
- RAMOS, I.M.A. **Tabela de vida, em duas épocas de plantio, para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em monocultivo e consórcio com o milho (*Zea mays* L.), na região de Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, UFV, 1982. 59p. Tese Mestrado.
- SULLIVAN, J.G. & BLISS, F.A. Compensation for missing plants in field experiments with the common bean. **HortSci.**, Madison, 16(2):185-6, Apr. 1981.
- ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. **J. Am. Soc. Agron.**, Madison, 34:30-47, 1942.