

PRODUÇÃO DE GRÃOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE MILHO E FEIJÃO EM DOIS SISTEMAS DE ASSOCIAÇÃO^{1/}

Milton José Cardoso ^{2/}
Luiz A. Nogueira Fontes ^{3/}
José Domingos Galvão ^{3/}
Carlos Sigueyuki Sediyama ^{3/}
Nei Fernandes Lopes ^{4/}

1. INTRODUÇÃO

Apesar do insatisfatório nível tecnológico dos produtores de baixa renda, o cultivo associado é considerado boa opção para o aproveitamento intensivo da terra: possibilita a subsistência do produtor rural, utilização permanente da mão-de-obra, alimentação variada e melhor controle da erosão e do balanço energético (5, 6).

No Brasil, o plantio associado de milho e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é feito de várias maneiras. Esses sistemas, em geral, não prejudicam a produção de grãos de milho, ocorrendo, no entanto, uma redução pronunciada na produção do feijão.

O plantio simultâneo das duas culturas, com o feijão nas linhas ou entrelinhas do milho, não tem resultado, segundo algumas pesquisas, em diferenças significativas, entre os dois sistemas, na produção da leguminosa (4, 7, 8).

^{1/} Parte da tese do primeiro autor, para a obtenção do título de D. Sc. em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa.

Aceito para publicação em 9.6.1986.

^{2/} EMBRAPA/UEPAE de Teresina. Cx. Postal 1. 64000 Teresina, Piauí.

^{3/} Bolsista do CNPq — Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Bolsista do CNPq — Departamento de Biologia Vegetal da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

No caso específico desse sistema de associação, tendo em vista o aumento da produtividade do feijoeiro, têm surgido alguns trabalhos voltados para a melhoria das condições de luminosidade no dossel do feijoeiro.

A utilização de milho de porte baixo e, ou, precoce, o uso de plantas com melhor arquitetura foliar e o emprego de população adequada dessa graminea são exemplos de alguns desses trabalhos.

Por outro lado, a alteração da distribuição espacial das plantas de milho na área poderá, dentro de certos limites, melhorar a penetração de luz até o feijoeiro e contribuir para retardar e, ou, reduzir a competição interespecífica por nutrientes e água.

Uma das alternativas, que não implica alterações sensíveis no manejo das duas culturas, é a mudança na distribuição das plantas de milho nas linhas de plantio, agrupando-as em covas, sem, contudo, alterar a sua população.

Tendo em vista essas possibilidades, desenvolveu-se o presente estudo, visando avaliar o efeito de dois sistemas de associação milho-feijão, em três distribuições espaciais das plantas de milho nas fileiras, sobre a produtividade das duas culturas consortes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na UFV, em Viçosa, Minas Gerais. A área experimental apresenta topografia plana, sendo o solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço. O clima de Viçosa é do tipo CWA, segundo a classificação de Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, num arranjo fatorial 2x3, com quatro repetições. Combinaram-se dois sistemas de consórcio — uma fileira de feijão entre duas fileiras de milho (S_1) e feijão e milho semeados na mesma fileira (S_2) — com três espaçamentos entre covas de milho — 0,25m (C_{25}), 0,50m (C_{50}) e 1,00m (C_{100}). Usaram-se as populações de 40 e 150 mil plantas de milho e feijão por hectare.

Foi plantado o milho híbrido duplo AG 260, que recebeu adubação de plantio de 100 kg de sulfato de amônio, 300 kg de superfosfato simples e 50 kg de cloreto de potássio, por hectare, tendo o feijão, cultivar Negrito 897, recebido a metade. Foram aplicados ainda 100 e 200 kg de sulfato de amônio/ha, em cobertura, aos 20 e 40 dias após a emergência do feijão e do milho, respectivamente. Quando plantados no mesmo sulco, o milho e o feijão receberam o total do adubo aplicado nas culturas em linhas isoladas.

Usaram-se parcelas de 135m², sendo parte da área utilizada na coleta de dados para outros estudos.

Tanto para o milho como para o feijão, foram colhidas plantas de seis áreas úteis, distintas, de 1m², dentro de cada parcela, sendo a avaliação das características de cada cultura baseada nos valores médios das seis áreas. Para o milho, foram avaliadas as seguintes características: produção de grãos, produção média de grãos por planta, índice de espiga (número de espigas colhidas/número total de plantas), peso médio de espiga, rendimento de grãos na espiga, peso médio de 1.000 grãos, produção de palhada, índice de colheita (H_1) e índice de produção (Y_1).

Para o feijão, foram avaliados o número de média de vagens/planta, o número médio de grãos/vagem, o peso médio de 100 grãos, a produção de grãos, a produção de palhada, o índice de colheita e o índice de produção.

A produção da palhada foi obtida pela diferença entre o peso da matéria seca total e o peso da matéria seca dos grãos, após secagem em estufa com circulação

forçada de ar, a 70°C, até peso constante; o índice de colheita, pela razão entre o peso da matéria seca dos grãos (W_g) e o peso da matéria seca total (W_t); e o índice de produção, pela relação entre o peso da matéria seca das espigas com palha (W_e) ou vagens (W_v) e o peso da matéria seca total (W_t).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não demonstrou efeito significativo da interação sistema de plantio (S) x espaçamento entre covas dentro da fileira de milho (C) sobre nenhum dos parâmetros estudados. Verificou-se efeito de sistema na produção de grãos, produção média de grãos por planta, peso médio de 1.000 grãos, índice de espiga e produção de palhada.

Encontram-se no Quadro 1 os valores médios dos parâmetros avaliados na cultura do milho. O rendimento de grãos do milho plantado na linha do feijão (S_2) foi maior do que o do plantio intercalar às linhas da leguminosa (S_1). Houve efeito dos espaçamentos dentro da fileira do milho no sistema S_2 , ocorrendo as maiores produções quando havia uma ou duas plantas por cova. A causa principal das diferenças entre os dois sistemas de plantio e entre os três espaçamentos entre covas na fileira foi a produção média de grãos por planta, que no sistema S_2 foi reduzida no espaçamento entre covas de 1,00 m (quatro plantas por cova). Essa redução foi consequência de uma maior competição entre as plantas da gramínea.

O afastamento entre covas de milho, com o consequente crescimento do número de plantas por cova, resultou numa melhor penetração da radiação solar até a copa do feijoeiro, plantado na mesma linha do milho. Em contrapartida, aumentou a competição intra-específica, reduzindo a produtividade do milho no maior espaçamento entre covas. A maior produção de grãos exibida pelas plantas de milho no sistema de plantio na mesma linha do feijão pode estar associada, principalmente, ao fato de as duas culturas receberem, em conjunto, o total do adubo usado em cada cultura intercalar e de se beneficiarem também, mutuamente, da cobertura de nitrogenado aplicada em cada cultura. Além do mais, resultados de vários estudos não indicaram, até agora, efeito competitivo do feijão sobre o milho, com populações da leguminosa que ultrapassaram a utilizada neste trabalho (1, 7, 9).

O índice de colheita (H_i) expressa a eficiência da translocação dos fotoassimilados para as partes economicamente importantes das plantas (3). No Quadro 1, H_i indica que a partição de assimilados entre a parte de interesse econômico (grãos) e o resto da planta de milho não foi influenciada pelos sistemas de plantio nem pelos espaçamentos na fileira.

O índice de produção (Y_i) indica a divisão de fotoassimilados entre as partes reprodutivas (exceto o pendão do milho) e vegetativas. Verifica-se, na Figura 1, que os arranjos do milho na fileira não prejudicaram a eficiência da gramínea no sistema S_2 , mostrando que, de certa forma, houve uma distribuição proporcional dos fotoassimilados. No sistema S_1 , nota-se que, a partir dos 85 dias da emergência, houve uma tendência de o milho investir mais nas partes vegetativas no arranjo de quatro plantas por cova (C_{100}), o que está, de certa forma, relacionado com a variação nos valores da taxa assimilatória líquida, conforme observado por CARDOSO (2), os quais se têm mostrado menores nos tratamentos em que as plantas de milho estão mais juntas.

Para o feijão, houve efeito da interação sistema de plantio x espaçamento entre covas de milho apenas sobre a característica número médio de grãos por vagem. Foram observados ainda efeitos dos sistemas de plantio sobre todas as carac-

QUADRO 1 - Valores médios de produção de grãos e de outras características agronômicas do milho, arranjado em três espaçamentos entre covas, nos sistemas de plantio intercalar (S1) e na mesma fileira do feijoeiro (S2). Várzea, Minas Gerais, ano agrícola 1983/1984/¹

Características	Espaçamento entre covas no plantio intercalar - m			Médias	Espaçamento entre covas no plantio na mesma linha - m			Médias
	0,25		0,50		0,25		0,50	
Produção de grãos (kg/ha)	5472 a	5537 a	4807 a	5272,0 B	6251 a	6021 a	5064 b	5778,7 A
Peso médio de espiga (g)	157 ab	169 a	146 b	157,3A	152 b	181 a	145 b	159,3A
Rendimento de grãos na espiga (%)	82 a	82 a	82 a	82,0A	82 a	83 a	82 a	82,3A
Produção média de grãos por planta (g)	137 a	138 a	120 a	131,7 B	156 a	151 a	127 b	144,7 A
Peso médio de 1.000 grãos (g)	289,1a	276,9a	273,8a	279,9A	297,4a	288,0ab	275,0 b	283,5A
Índice de espiga	1,1a	1,0a	1,0a	1,0A	1,3a	1,0 b	1,1ab	1,1A
Índice de colheita (%)	35 a	32 a	32 a	33,0A	32 a	31 a	33 a	32,0A
Produção de palhada (kg/ha)	9288 a	10386 a	9278 a	9650,7 B	11905 a	12227 a	9307 b	11146,0 A

^{1/} Na mesma linha, a letra minúscula serve para comparar as médias relativas aos espaçamentos entre covas, dentro do sistema de plantio, e a letra maiúscula para as médias dos sistemas. Médias seguidas da mesma letra, maiúscula ou minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

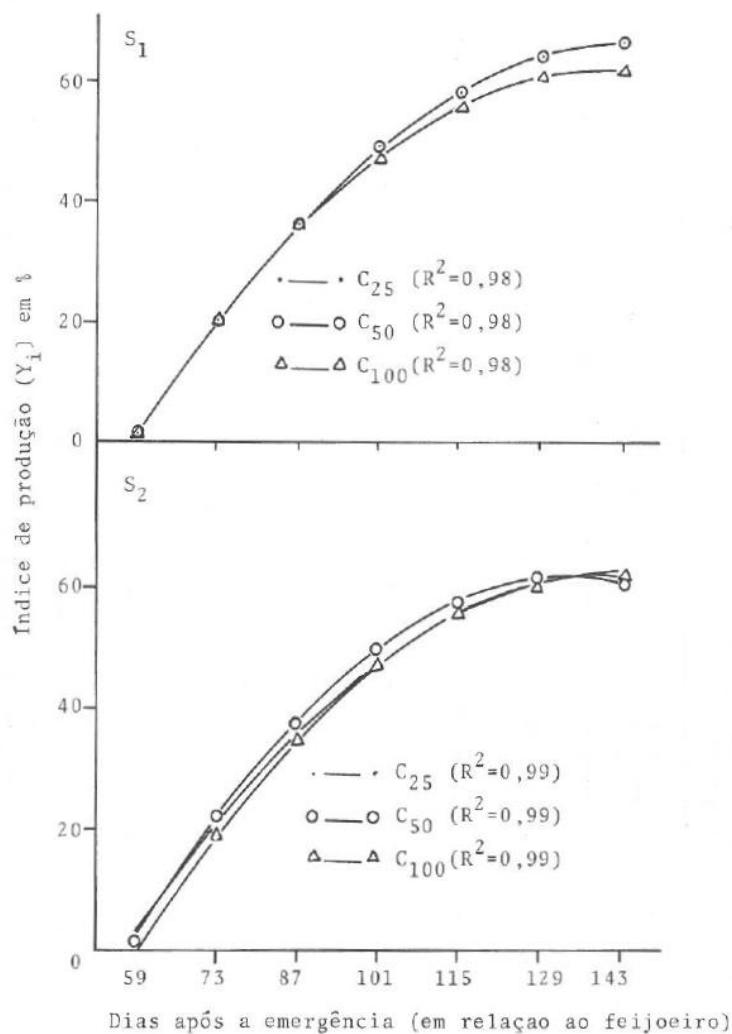


FIGURA 1 - Médias estimadas do índice de produção do milho, nos sistemas de plantio intercalar ao feijoeiro (S_1) e na mesma fileira do feijoeiro (S_2), arranjado em três espaçamentos entre covas (C).

terísticas estudadas, à exceção do índice de colheita, não havendo, contudo, efeito dos espaçamentos entre covas de milho.

Os valores médios das características estudadas estão no Quadro 2. A produção de grãos do feijoeiro plantado na mesma linha do milho foi superior à do plantio intercalar, tendo sido o número de vagens por planta e o peso médio de 100 grãos as características que mais contribuíram para essa diferença. Não houve influência dos espaçamentos entre covas de milho sobre nenhuma das características, exceto número médio de grãos por vagem que no sistema S_1C_{100} foi menor.

Com relação a H_i e Y_i , a expectativa é de que esses índices estejam relacionados com a produção de grãos. No presente caso, como se depreende do exame do Quadro 2, o índice de colheita não variou de acordo com os dois sistemas de associação ou espaçamento entre covas de milho, embora a produção de grãos tenha sido influenciada pelo sistema de associação, o que contraria a expectativa mencionada, mas está de acordo com DONALD (3).

Segundo WALLACE e MUNGER (10), o índice de produção (Y_i) pode se tornar um indicador do potencial produtivo de genótipos de feijão.

A partir do índice de produção, não foi possível inferir sobre a produção de grãos, mas, sim, sobre a participação de assimilados para as partes reprodutivas, de acordo com os tratamentos aplicados. Nesse particular, verifica-se, na Figura 2, que, em média, o sistema de plantio na mesma linha apresenta valores de Y_i superiores aos do plantio em linhas intercalares. Há de se destacar também, dentro do sistema S_2 , o comportamento diferencial do tratamento caracterizado pelo plantio do milho em covas distanciadas de 1,0 m (S_2C_{100}), especialmente a partir dos 70 dias após a emergência do feijoeiro. Isso certamente decorreu da maior penetração de luz até o feijoeiro, propiciada pelo agrupamento das plantas de milho nas covas, o que provavelmente favoreceu a obtenção de maiores taxas assimilatórias líquidas para o feijoeiro.

O efeito da interação, observado no caráter número médio de grãos por vagem, indica que o feijão plantado na mesma fileira do milho, com espaçamento de 1,00 m entre covas da gramínea, tende a produzir mais grãos por vagem, em relação ao feijão do sistema intercalar (Quadro 2). Essa diferença, contudo, não contribuiu para um aumento significativo na produção de grãos do feijão, em relação aos demais espaçamentos entre covas de milho.

Há evidências para se concluir que uma das principais causas da maior eficiência do sistema de plantio S_2 é a adubação. Nesse sistema, por estarem as duas culturas na mesma linha houve maior concentração dos fertilizantes na adubação de plantio. Além disso, a gramínea foi beneficiada pela cobertura da leguminosa e esta, provavelmente, pela cobertura da gramínea. Como os agricultores que adotam o sistema de plantio associado visam, na maioria das vezes, à maior produção de alimentos, o sistema S_2 pode ser-lhes recomendado, pois mostrou-se mais produtivo que o sistema de plantio S_1 . Atende-se, todavia, para a desvantagem de se utilizar o espaçamento de 1,00 m (quatro plantas por cova) entre covas na fileira de milho, pois este não trouxe benefício para o feijão e prejudicou o desempenho do milho. Outras vantagens do sistema de plantio S_2 consistem em permitir o plantio simultâneo e mecanizado das duas culturas e facilitar os tratos culturais.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Um estudo foi conduzido em Viçosa, Minas Gerais, em solo Pdzólico Verme-

QUADRO 2 - Valores médios de produção de grãos e de outras características agronômicas do feijoeiro, nos sistemas de plantio intercalar ao milho (S1) e na mesma fileira do milho (S2), arranjado em três espaçamentos entre covas. Viçosa, Minas Gerais, ano agrícola 1983/1984.^{1/}

Características	Espaçamentos entre covas		Espaçamentos entre covas do milho no plantio da mesma linha - m		Médias m	Médias
	do milho no plantio intercalar - m	0,25	0,50	1,00		
produção de grãos (kg/ha)	213 a	234 a	259 a	235,3 B	412 a	433 a
Número médio de vagens por planta	3,0 a	3,1 a	3,9 a	3,3 B	4,7 a	5,0 a
Número médio de grãos por vagem	3,8 a A	4,1 a A	3,5 a B	3,8	4,3 a A	4,1 a A
Peso médio de 100 grãos (g)	12,6 a	12,8 a	12,5 a	12,6 B	13,6 a	13,4 a
Índice de colheita (%)	43 a	45 a	43 a	43,7 a	46 a	45 a
Produção de palhada (kg/ha)	252 a	264 a	320 a	278,7 B	446 a	464 a

^{1/} Na mesma linha, a letra minúscula serve para comparar as médias relativas aos espaçamentos entre covas, dentro do mesmo sistema de plantio, e a letra maiúscula para as médias dos sistemas, exceto para peso médio de grãos/vagem, em que houve interação. Médias seguidas da mesma letra, maiúscula ou minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

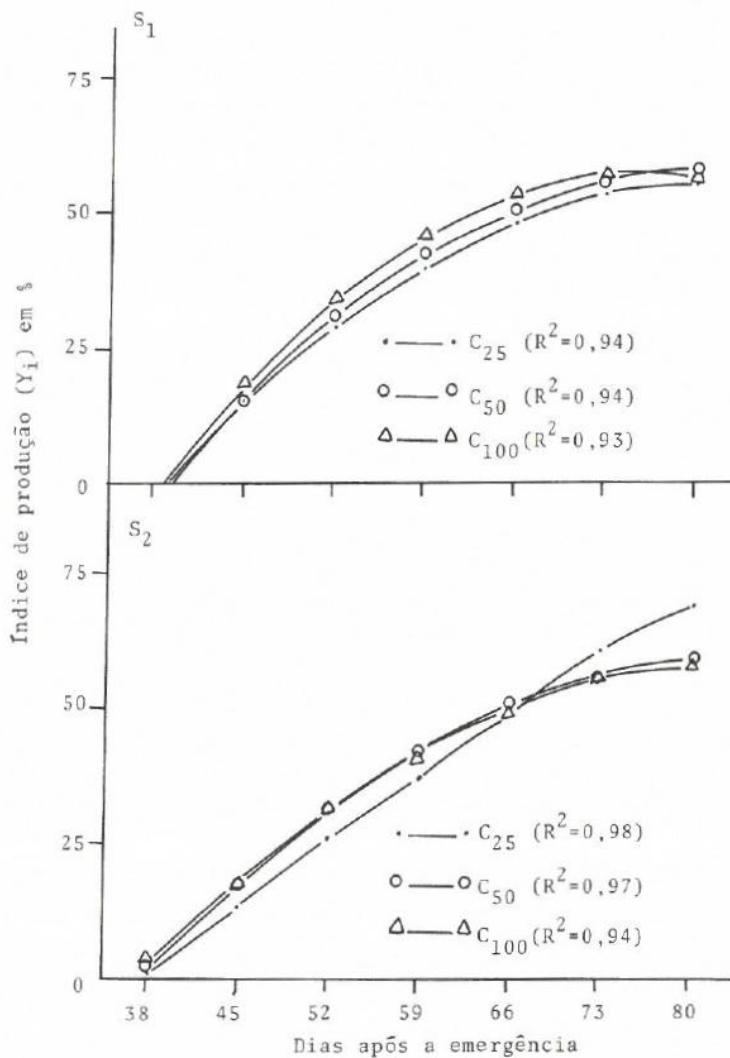


FIGURA 2 - Médias estimadas do índice de produção do feijoeiro, nos sistemas de plantio intercalar ao milho (S_1) e na mesma fileira do milho (S_2), arranjado em três espaçamentos entre covas (C).

lho-Amarelo Câmbico, Distrófico, fase terraço, com o objetivo de obter dados sobre a produção de grãos e outras características das culturas de milho e feijão em condições de associação.

Para tal, avaliou-se o desempenho dos sistemas de plantio de milho e feijão intercalar (S_1) e na mesma linha (S_2) em três espaçamentos entre covas de milho na fileira (0,25, 0,50 e 1,00m).

O sistema de plantio S_2 produziu mais grãos de milho e feijão que o sistema de plantio S_1 . O peso médio de grãos por planta foi o caráter que mais contribuiu para a maior produção de grãos da gramínea e o número de vagens por planta e o peso de 100 grãos os que mais concorreram para a maior produção de grãos da leguminosa.

O aumento do espaçamento entre covas de milho de 0,25 m (uma planta por cova) para 1,00 (quatro plantas por cova) não trouxe aumento de rendimento de grãos do feijão, reduziu a produção de grãos de milho e tendeu a aumentar a distribuição relativa de fotoassimilados entre os órgãos reprodutivos do feijoeiro.

5. SUMMARY

(YIELD, AND CORN AND BEAN AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN TWO ASSOCIATED CROPPING SYSTEMS)

Yield and other characteristics of corn and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production systems were studied in a red-yellow dystrophic cambial Podsol, terrace phase, in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The performance of maize and bean crops under intercalary (S_1) and in the same furrow (S_2) systems was tested under spacing of 0.25, 0.5, and 1.0 m between maize hills. Cultivation in the same furrow produced more grain than in the intercalary system. The average of maize grain weight per plant, and the number of pods per plant and the weight of 100 bean seeds were the characteristics associated with the highest grain yield. When the spacing was increased from 0.25 (one plant per hill) to 1.0 m (four plants per hill) bean production did not change and maize grain production was reduced. An increase was observed in the relative distribution of photoassimilates in the bean reproductive organs.

6. LITERATURA CITADA

1. AIDAR, H. *Estudos de população de plantas em dois sistemas de culturas associadas de milho e feijão*. Viçosa, UFV, 1978. 103 p. (Tese D. Sc.).
2. CARDOSO, M.J. *Crescimento das plantas de milho e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em dois sistemas de associação*. Viçosa, UFV, 1985. 128 p. (Tese de D. Sc.).
3. DONALD, C.M. In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 28:171-178. 1962.
4. FARDIM, F. *Influência de sistemas de consorciação na produtividade e outras características agronômicas do milho e do feijão*. Lavras, ESAL, 1977. 61 p. (Tese de M.S.).
5. LARIOS, J.F. Uso de energía en los sistemas de cultivo mays y frijol en El Salvador. *Turrialba*, 29:129-137. 1979.

6. PINCHINAT, A.M.; SORIA, J. & BAZAN, R. Multiple Cropping in Tropical America. In: *Multiple Cropping*. Madison, American Society of Agronomy, 1976. p. 51-61. (Special Publication Number 27).
7. RAMALHO, M.A.P.; SILVA, A.F. da & AIDAR, H. Cultivares de milho e feijão em monocultivo e em dois sistemas de consorciação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19:827-833. 1984.
8. REIS, W.P. *Análise de crescimento de milho e feijão em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos da semeadura destas culturas*. Lavras, ESAL, 1984. 113 p. (Tese M.S.).
9. SERPA, J.E.S.; FONTES, L.A.N.; GALVÃO, J.D. & CONDÉ, A.R. Comportamento do milho e do feijão em cultivos exclusivos consorciados e em faixas alternadas. *Revista Ceres*, 28:236-252. 1981.
10. WALLACE, D.H. & MUNGER, H.M. Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. *Crop Science*, 5: 343-348. 1965.