

## ARRANJOS ESPACIAIS E ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO-COMUM CONSORCIADO COM MILHO EM CULTIVO SIMULTÂNEO<sup>1</sup>

Rogério Faria Vieira<sup>2</sup>  
Clibas Vieira<sup>3</sup>  
Glauco Vieira Miranda<sup>3</sup>

### RESUMO

Três ensaios com o consórcio milho-feijão (plantio simultâneo dessas culturas) foram instalados em Coimbra, MG, em 29/10/92, 24/11/93 e 25/11/98. Os tratamentos empregados em 1992 foram: a) milho em monocultivo (40 mil plantas/ha); b) milho em monocultivo (50 mil plantas/ha); c) feijão em monocultivo; d) milho e feijão plantados na mesma fileira; e) feijão (não-adubado) plantado no meio das fileiras do milho; f) igual ao e, mas com o feijão adubado; g) feijão plantado no meio (não adubado) e dentro das fileiras de milho; e h) igual ao g, mas com o feijão adubado. Em 1993 e 1998 foi incluído o tratamento milho e feijão plantados na mesma cova. O milho sempre foi adubado. Em 1992 e 1993 foram empregados o cv. de feijão Ouro e o milho Ag 210; em 1998, o feijão Meia Noite e o milho Ag 122. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com seis repetições. O arranjo espacial em que o feijão foi semeado dentro e no meio das fileiras de milho foi o que mais beneficiou a leguminosa, enquanto o arranjo com o feijão no meio das fileiras de milho foi o que mais beneficiou o milho. Nesses dois arranjos, a adubação dos feijoeiros semeados no meio das ruas do cereal aumentou-lhes o rendimento em 9,4% e 43%, respectivamente; o milho não se beneficiou dessa adubação. O plantio em fileiras ou covas levou ao mesmo rendimento de milho ou feijão.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, produtividade, índice de equivalência de área.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 25.08.2003.

<sup>2</sup> Embrapa/Epamig, Vila Gianetti, 47. 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: rfvieira@homenet.com.br

<sup>3</sup> Dep. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

## ABSTRACT

### SPATIAL ARRANGEMENTS AND FERTILIZATION OF COMMON BEANS IN ASSOCIATED CROPPING WITH MAIZE

Three trials involving the associated cropping of maize and beans planted simultaneously were carried out in Coimbra Minas Gerais, Brazil. The trials were installed on October 10, 1992; November 24, 1993; and November 25, 1998. In 1992, treatments were the following: a) maize monocrop (40 thousand plants/ha); b) maize monocrop (50 thousand plants/ha); c) bean monocrop; d) maize and beans seeded in the same row; e) beans (not fertilized) seeded in the middle of maize rows; f) the same as e, but with fertilized beans; g) beans seeded in the middle (not fertilized) of maize rows and within maize rows; and h) the same as in g, but with fertilized beans. In 1993 and 1998, maize and beans seeded in the same hole was included. Maize was always fertilized. The bean cultivars Ouro (1992 and 1993) and Meia Noite (1998) and the maize cultivars; Ag 210 (1992 and 1993) and Ag 122 (1998) were used in a randomized complete-block design with six replications. Spatial arrangement in which beans were seeded within and in the middle of the maize rows was the best for the former crop yield. Beans only in the middle of the maize rows was the best for the latter crop yield. For these two arrangements, fertilization increased bean yield by 9.4% and 43%, respectively, but it did not benefit maize. Seeding in rows or in holes had the same effect on beans and maize yields.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, yield, land equivalent ratio.

## INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais, aproximadamente 50% da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é proveniente da associação com outras culturas. O sistema predominante é o do milho com o feijão. No início da estação chuvosa essas culturas são plantadas simultaneamente. Nesse consórcio, são recomendadas, no máximo, 40 mil plantas de milho/ha, com até 160 mil feijoeiros (9). No monocultivo, a população recomendada gira em torno de 50 mil e 240 mil plantas/ha, de milho e feijão, respectivamente. Os arranjos espaciais de plantas mais comumente utilizados nesse consórcio são: 1) feijão semeado na mesma fileira ou cova do milho; 2) feijão semeado no meio das fileiras de milho; e 3) feijão semeado dentro e no meio das fileiras de milho. Neste último arranjo, a população de plantas de feijão pode ser igual à utilizada no monocultivo (9).

O consórcio de culturas é empregado sobretudo por agricultores de subsistência que, além de contar com pouca terra, utilizam técnicas agrícolas mais simples. Uma dessas técnicas é o plantio em covas. Nos estudos de consórcio, entretanto, são empregadas fileiras, por facilitar a distribuição de adubo e sementes. Poderiam os resultados obtidos em fileiras ser aplicados ao sistema do agricultor, ou seja, ao sistema de covas? Não se encontrou na literatura comparação entre os dois sistemas.

Segundo Ramalho et al. (6), Freire et al. (4) e Reis et al. (7), os rendimentos de milho e feijão são semelhantes nos arranjos 2 e 1 mencionados no início deste capítulo. Este último é o recomendado pela pesquisa, pois, além de economizar adubo e mão-de-obra, facilita os tratos culturais. Nesse arranjo, a recomendação é adubar apenas o milho (9). No entanto, os estudos sobre consórcio não deixam claro se, no arranjo 2, a adubação dos feijoeiros lhe seria benéfica. Os resultados de Freire et al. (4) mostram tendência de o feijão (adubado) plantado entre as fileiras de milho render mais que o feijão (não-adubado) (396 vs. 285 kg/ha).

Em relação ao arranjo espacial 3, Reis et al. (7) verificaram que houve tendência de ele proporcionar maior rendimento de feijão que os arranjos 1 e 2. Além disso, constataram que os três arranjos espaciais não afetaram significativamente o rendimento de milho. O arranjo 3, pouco estudado, tem, portanto, potencial para incrementar o rendimento de feijão (permite que se empregue a mesma população do monocultivo) sem prejudicar o milho. O emprego ou não de adubo nas fileiras de feijão semeado no meio das fileiras de milho também é dúvida nesse arranjo.

Os objetivos deste estudo foram: a) avaliar três arranjos espaciais no plantio simultâneo de milho e feijão; b) avaliar os efeitos de se adubar ou não os feijoeiros semeados no meio das fileiras de milho; e c) comparar o plantio em fileiras com o plantio em covas, caso em que as plantas de milho e feijão ocupam o mesmo espaço.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados três experimentos na Estação Experimental de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, MG, em 29/10/92, 24/11/93 e 25/11/98, em Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico. Em 1992 e 1993, a análise do solo da camada de 0-20 cm acusou 12,8 e 54 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo e potássio (Mehlich 1), respectivamente; 0,0; 2,6 e 0,6 cmol dm<sup>-3</sup> de Al, Ca e Mg trocáveis, respectivamente; e pH em água (1:2,5) de 5,7. Em 1998, a análise acusou 14,0 e 103,7 de fósforo e potássio, respectivamente; 0,0; 3,3 e 1,7 de Al, Ca e Mg trocáveis, respectivamente; e pH em água (1:2,5) de 6,1.

Os tratamentos testados no experimento de 1992 foram: a) milho em monocultivo com 40 mil plantas/ha; b) milho em monocultivo com 50 mil plantas/ha; c) feijão em monocultivo; d) milho e feijão plantados na mesma fileira; e) feijão (não-adubado) plantado no meio das fileiras de milho; f) igual ao e, mas com o feijão adubado; g) feijão plantado no meio (não-adubado) e dentro das fileiras de milho; e h) igual ao g, mas com o feijão plantado no meio das fileiras de milho adubado. Em 1993 e 1998 foi

introduzido mais um tratamento: milho e feijão plantados na mesma cova. Este tratamento e o *d* foram denominados “feijão dentro das fileiras (ou covas) de milho” (FDFM); *e* e *f*, de FMFM (feijão no meio das fileiras de milho); e *g* e *h*, de FDMFM (feijão dentro e no meio das fileiras de milho). O milho foi semeado no espaçamento entre fileiras de 1,0 m; nos tratamentos de consórcio foi utilizada a população de 40 mil plantas/ha, obtida após o desbaste do milho (semeado em excesso) entre 14 e 25 dias após a sua emergência (DAE). No tratamento 2, a população de 50 mil plantas de milho/ha também foi obtida após desbaste do excesso de plantas. No tratamento em que se empregaram covas, o espaçamento entre elas foi de 0,40 m. O feijão foi plantado na densidade de 20 sementes/m, em 1992/93, e de 15 sementes/m ou cinco sementes por cova nos outros anos agrícolas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com seis repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de milho de 6,0 m de comprimento. Em monocultivo, o feijão foi plantado fora do experimento e suficientemente distante do milho para evitar-lhe o sombreamento. A adubação de plantio na fileira do milho foi de 500 kg/ha do formulado 4-14-8 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Em 1992/93, a adubação de plantio do feijão semeado no meio das fileiras de milho foi de 300 kg/ha do 4-14-8; nos outros anos agrícolas, 500 kg/ha. O feijão em monocultivo e o feijão (adubado) plantado no meio das fileiras de milho receberam, em cobertura, 150 kg/ha de sulfato de amônio; nos demais casos foram utilizados 250 kg/ha desse fertilizante. Essa adubação foi realizada em torno de 25 DAE. Utilizaram-se o cultivar de feijão Ouro (nos dois primeiros experimentos) e Meia Noite, em 1998/99, e o milho Ag 210 (nos dois primeiros experimentos) e Ag 122 (em 1998/99). Com exceção do feijão em monocultivo, cuja área útil foi de 5 m<sup>2</sup>, a dos demais tratamentos foi de 10 m<sup>2</sup>. Ambos os cultivares de feijão são de hábito de crescimento indeterminado (tipo II); o primeiro tem grãos de coloração amarela e o segundo, preta.

Os dados climáticos referentes a temperaturas e insolação foram obtidos em Viçosa, a menos de 15 km distante de Coimbra, e os dados de precipitação foram obtidos no local dos ensaios (Quadro 1). As médias desses dados climáticos são apresentadas para períodos de 15 dias do ciclo de vida dos feijoeiros, a partir da emergência até 60 DAE. O período entre 1 e 30 DAE corresponde, aproximadamente, à fase vegetativa da leguminosa, e o período entre 31 e 60 DAE, aos primeiros 30 dias da sua fase reprodutiva.

QUADRO 1 - Temperaturas (°C), precipitação e insolação durante períodos do ciclo de vida dos feijoeiros

	Períodos, em dias, após a emergência dos feijoeiros											
	1992/93 <sup>1</sup>				1993/94 <sup>2</sup>				1998/99 <sup>3</sup>			
	1-15	16-30	31-45 <sup>4</sup>	46-60	1-15	16-30	31-45 <sup>4</sup>	46-60	1-15	16-30	31-45 <sup>4</sup>	46-60
Temp. máx. (média)	26,4	26,8	26,6	28,9	29,4	25,6	25,7	29,3	28,1	29,2	28,1	31,9
Temp. mín. (média)	17,0	17,0	17,6	17,4	18,7	17,6	17,9	18,4	18,3	19,2	18,3	18,6
Temp. máx. absoluta	30,8	32,0	31,2	33,4	32,5	33,0	29,0	31,8	31,0	32,0	31,0	35,0
Temp. mín. absoluta	14,0	13,6	14,6	15,1	16,0	15,2	15,6	18,0	16,8	15,0	16,8	16,8
Temp. média	20,7	21,0	21,2	22,0	23,1	20,9	21,0	23,5	22,1	23,3	22,1	24,2
Precipitação (mm)	154	57	117	90	45	172	163	83	130	54	130	55
Insolação (horas)	69	82	70	108	111	33	22	83	74	90	74	132

<sup>1</sup> Emergência em 05/11/92.

<sup>2</sup> Emergência em 02/12/93.

<sup>3</sup> Emergência em 03/12/98.

<sup>4</sup> Primeiros 15 dias da fase reprodutiva dos feijoeiros

Foram realizadas as seguintes avaliações: número de plantas por hectare e rendimento de grãos de feijão e de milho com 13% de água, massa de 100 grãos de feijão e altura e número de espigas de milho. Para avaliar a eficiência do consórcio foram utilizados o índice de equivalência de área (IEA) e a produção equivalente de milho, seguindo recomendação de Vieira (9). No cálculo do IEA foi utilizada como denominador na fórmula a produtividade de milho obtida com a população de 50 mil plantas/ha em monocultivo. Para o cálculo da produção equivalente de milho, o preço do feijão foi considerado 4,5 vezes mais alto que o do milho.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Os dados de temperaturas, precipitação e insolação que ocorreram, em períodos quinzenais, durante os 60 dias após a emergência dos feijoeiros, nos três ensaios, são apresentados no Quadro 1. As temperaturas médias foram mais amenas no ano agrícola de 1992/93. Em 1998/99 ocorreram as mais altas temperaturas máximas e mínimas médias e temperaturas máximas absolutas durante a fase reprodutiva dos feijoeiros (entre 31 e 60 DAE). O ano agrícola mais chuvoso entre a emergência e 60 DAE da leguminosa foi o de 1993/94 (463 mm), seguido pelo de 1992/93 (418 mm); em 1998/99 choveu menos: 294 mm. Este último ano agrícola, conseqüentemente, apresentou o maior tempo de insolação nesse período (377 horas).

### *Ensaio 1992/93*

Nos arranjos espaciais FDFM (tratamento 4) e FMFM (tratamentos 5 e 6), a população de feijoeiros variou em torno de 160 mil/ha (Quadro 2). Quando a leguminosa foi plantada dentro e no meio das fileiras do cereal (FDMFM) (tratamentos 7 e 8), a população de plantas foi semelhante à do monocultivo (290 mil/ha). A maior média de rendimento de feijão foi obtida no tratamento 8 (1.640 kg/ha), ou seja, quando o feijão foi plantado dentro e no meio (adubado) das fileiras de milho. No entanto, essa média não diferiu significativamente da obtida no tratamento 7. A adubação dos feijoeiros semeados no meio das fileiras de milho não aumentou significativamente o rendimento da leguminosa (comparar os tratamentos 5 vs. 6 e 7 vs. 8). No monocultivo, o rendimento médio foi de 1.340 kg/ha. O feijão (não-adubado) plantado no meio das fileiras de milho (tratamento 5) rendeu menos que o plantado na mesma fileira do milho (tratamento 4) (525 vs. 1.075 kg/ha). Não houve efeito significativo dos tratamentos na massa de 100 grãos de feijão.

QUADRO 2 - Resultados médios de feijão e de milho obtidos em Coimbra no ano agrícola de 1992/93<sup>1</sup>

Tratamento <sup>2</sup>	Feijão				Milho				IEA <sup>4</sup>
	Plantas/ha	Rendimento (kg/ha)	Massa de 100 grãos (g)	Altura de planta (cm) 48 DAE	Plantas/ha na colheita	Espigas/10m <sup>2</sup>	Rendimento (kg/ha)	Produção equivalente de milho <sup>3</sup>	
1	-	-	-	88 a	37.667 b	39,5 b	5.435 ab	5.435 d	
2	-	-	-	89 a	48.000 a	49,5 a	5.655 a	5.655 cd	
3	290.000 <sup>5</sup>	1.340 <sup>5</sup>	24,7 <sup>5</sup>	-	-	-	-	6.030 cd	
4	154.166 b	1.075 bc	23,2	67 b	33.833 b	34,2 b	4.110 bc	8.947 ab	1,53
5	158.666 b	525 d	24,3	94 a	40.833 ab	42,2 ab	5.588 a	7.950 bc	1,38
6	166.000 b	933 cd	24,0	86 a	38.333 b	39,5 b	5.226 ab	9.425 ab	1,62
7	305.666 a	1.426 ab	22,9	65 b	33.500 b	34,2 b	4.103 bc	10.524 a	1,79
8	290.333 a	1.640 a	22,1	64 b	38.167 b	39,3 b	3.751 c	11.135 a	1,89
CV(%)	7,9	22,1	6,6	6,9	10,7	11,6	16,3	14,2	12,9

<sup>1</sup> Na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5%.

<sup>2</sup> 1= milho em monocultivo (40.000 plantas/ha); 2= milho em monocultivo (50.000 plantas/ha); 3= feijão em monocultivo; 4 = milho e feijão plantados na mesma fileira; 5 = feijão (não-adubado) plantado no meio das fileiras de milho; 6 = feijão (adubado) plantado no meio das fileiras de milho; 7= feijão plantado no meio (não-adubado) e dentro das fileiras de milho; 8 = feijão plantado no meio (adubado) e dentro das fileiras de milho.

<sup>3</sup> Rendimento do milho + 4,5 x rendimento do feijão.

<sup>4</sup> Índice de equivalência de área.

<sup>5</sup> Os dados do feijão em monocultivo não foram incluídos na análise estatística, em razão de as parcelas terem ficado fora do ensaio

O milho teve a altura reduzida sempre que o feijão lhe ocupou as fileiras (tratamentos 4, 7 e 8) (Quadro 2). Nos tratamentos 4 e 7, a população de plantas de milho ficou um pouco abaixo da planejada, mas as suas médias não diferiram significativamente das dos outros tratamentos, cuja população almejada era de 40 mil plantas/ha. O número de espigas/10 m<sup>2</sup> dos tratamentos seguiu a mesma tendência observada em relação à população de plantas. Os maiores rendimentos de milho, acima de 5.000 kg/ha, foram obtidos nos monocultivos e nos tratamentos em que o feijão só ocupou as entrelinhas do milho. Não houve diferença significativa entre as duas populações de milho em monocultivo, tampouco houve resposta significativa do milho ao adubo aplicado no feijão semeado no meio das suas fileiras (tratamentos 5 vs. 6 e 7 vs. 8).

Com exceção do tratamento em que o feijão (não-adubado) foi plantado no meio das fileiras de milho (tratamento 5), os demais tratamentos apresentaram produção equivalente de milho superior às dos monocultivos de milho e de feijão. Os IEAs variaram de 1,38 (feijão não-adubado semeado no meio das fileiras de milho) a 1,89 (feijão semeado no meio (adubado) e dentro das fileiras de milho) (Quadro 2).

#### *Ensaio 93/94*

A população de feijoeiros ficou em torno de 200 mil/ha no arranjo espacial FDMFM (tratamentos 8 e 9) (Quadro 3). A população no tratamento em que milho e feijão ocuparam a mesma cova (tratamento 5) foi mais baixa que a obtida nos tratamentos 6 e 7 (FMFM). No consórcio, os maiores rendimentos de feijão foram alcançados no arranjo FDMFM (em torno de 530 kg/ha), rendimento 64% menor que o obtido em monocultivo (1.470 kg/ha). O feijão plantado na mesma cova do milho (tratamento 5) rendeu mais que o feijão (não-adubado) semeado no meio das fileiras do cereal (tratamento 6). Não houve diferença significativa entre a média do rendimento de feijão plantado nas fileiras de milho (tratamento 4) e a do feijão plantado na mesma cova do cereal (tratamento 5). O uso de adubo no feijão plantado no meio das fileiras de milho não lhe aumentou significativamente o rendimento (6 vs. 7 e 8 vs. 9). Não houve efeito significativo dos tratamentos na massa de 100 grãos de feijão.

Aos 21 DAE, o milho plantado em covas junto com o feijão (tratamento 5) teve a altura diminuída em relação ao seu monocultivo (Quadro 3). Aos 57 DAE, no entanto, a diferença entre as médias desses tratamentos não mais foi significativa. No tratamento 4 (milho e feijão plantados na mesma fileira), a população do cereal ficou acima da desejada, e, no tratamento 2, abaixo. Por isso não houve diferença significativa entre as suas médias. Foi produzida aproximadamente uma espiga por planta. Não houve diferença significativa entre as médias de rendimento do milho. A produção equivalente de milho foi, em geral, mais baixa nos monocultivos de milho. Os IEAs variaram de 1,19 (milho e feijão plantados na mesma cova) a 1,45 (feijão plantado no meio das fileiras do milho e adubado).

QUADRO 3 - Resultados médios de feijão e de milho obtidos em Coimbra no ano agrícola de 1993/94<sup>1</sup>

Tratamento <sup>2</sup>	Feijão				Milho				IEA <sup>4</sup>	
	Plantas/ha	Rendimento (kg/ha)	Massa de 100 grãos (g)	Altura de planta (cm)		Plantas/ha na colheita	Espigas/10m <sup>2</sup>	Rendimento (kg/ha)		Produção equivalente de milho <sup>3</sup>
				21 DAE	57 DAE					
1	-	-	-	101 ab	245	41.333 bc	41,0	4.483	4.483 bc	
2	-	-	-	103 ab	244	47.000 a	45,7	3.977	3.977 c	
3	226.000 <sup>5</sup>	1.470 <sup>5</sup>	17,0 <sup>5</sup>	-	-	-	-	-	6.615 a	
4	91.000 bc	364 bc	17,0	94 bc	240	44.167 ab	44,0	4.090	5.728 ab	
5	67.000 c	377 b	17,2	85 c	225	39.000 c	39,8	3.717	5.413 abc	
6	135.000 b	253 c	16,7	102 ab	230	41.333 bc	43,2	4.665	5.803 ab	
7	138.000 b	358 bc	16,0	107 a	243	40.500 bc	43,0	4.790	6.402 a	
8	202.000 a	538 a	17,5	99 ab	230	40.833 bc	40,8	4.123	6.543 a	
9	197.000 a	522 a	17,2	103 ab	235	41.333 bc	42,3	4.222	6.572 a	
CV(%)	21,9	15,9	5,3	6,9	5,5	6,3	8,8	17,2	14,5	13,5

<sup>1</sup> Na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5%.

<sup>2</sup> 1= milho em monocultivo (40.000 plantas/ha); 2= milho em monocultivo (50.000 plantas/ha); 3= feijão em monocultivo; 4= milho e feijão plantados na mesma fileira; 5= milho e feijão plantados na mesma cova; 6= feijão (não-adubado) plantado no meio das fileiras de milho; 7 = feijão (adubado) plantado no meio das fileiras de milho; 8= feijão plantado no meio (não-adubado) e dentro das fileiras de milho; 9 = feijão plantado no meio (adubado) e dentro das fileiras de milho.

<sup>3</sup> Rendimento do milho + 4,5 x rendimento do feijão.

<sup>4</sup> Índice de equivalência de área.

<sup>5</sup> Os dados do feijão em monocultivo não foram incluídos na análise estatística, em razão de as parcelas terem ficado fora do ensaio.

*Ensaio 1998/99*

A população de feijoeiros variou de 178 mil a 201 mil/ha nos tratamentos 3, 8 e 9, em que o espaçamento entre as fileiras da leguminosa foi de 0,5 m (Quadro 4). Nos demais tratamentos — em que as fileiras de feijão ficaram espaçadas de 1,0 m — a população variou de 78 mil a 102 mil/ha; essa diferença não foi significativa. Os rendimentos de feijão foram baixos: entre 59 kg/ha (tratamento 6) e 430 kg/ha (monocultivo). O arranjo FDMFM (tratamentos 8 e 9) proporcionou rendimentos médios em torno de 162 kg/ha, e suas médias não diferiram significativamente da do tratamento 5 (milho e feijão plantados na mesma cova). O maior rendimento de feijão em consórcio foi 62% menor que o alcançado no monocultivo. Em geral, o feijão plantado no meio das fileiras de milho — principalmente quando a leguminosa não foi adubada — rendeu menos que o semeado nos outros arranjos espaciais. Não houve diferença significativa entre o rendimento do feijão plantado nas fileiras do milho (tratamento 4) e o do feijão semeado na mesma cova do milho (tratamento 5). O uso de adubação no feijão plantado no meio das fileiras de milho não lhe aumentou significativamente o rendimento, em relação ao feijão que não recebeu essa adubação (6 vs. 7 e 8 vs. 9). Não houve efeito significativo dos tratamentos na massa de 100 grãos.

O arranjo FMFM (tratamentos 6 e 7) não teve influência significativa na altura de milho aos 48 DAE (Quadro 4). No caso dos tratamentos 4, 8 e 9, houve redução da altura do milho em relação ao monocultivo (50 mil plantas/ha). No entanto, aos 80 DAE, não havia mais diferença significativa entre os tratamentos. Nos tratamentos em que se planejou uma população de plantas de milho de 40 mil/ha, ela, na verdade, variou de 38,5 mil a 42,8 mil. Em alguns tratamentos — especialmente 6, 7 e 9 — foi produzida um pouco mais de uma espiga por planta. Não houve diferença significativa entre as médias de rendimento do milho. A produção equivalente de milho foi bem mais baixa no monocultivo de feijão. Os IEAs variaram de 1,12 (tratamento 6) a 1,44 (tratamento 9).

QUADRO 4 - Resultados médios de feijão e de milho obtidos em Coimbra no ano agrícola de 1998/99<sup>1</sup>

Tratamento <sup>2</sup>	Feijão				Milho				IEA <sup>4</sup>
	Plantas/ha	Rendimento (kg/ha)	Massa de 100 grãos (g)	Altura de planta (cm)	Plantas/ha na colheita	Espigas/10m <sup>2</sup>	Rendimento (kg/ha)	Produção equivalente de milho <sup>3</sup>	
1	-	-	-	221 abc	42.800 b	44,5 ab	7.922	7.922 a	
2	-	-	-	228 ab	50.700 a	48,7 a	8.187	8.187 a	
3	201.000 <sup>5</sup>	430 <sup>5</sup>	16,0 <sup>5</sup>	-	-	-	-	1.935 b	
4	88.300 b	108 bcd	16,0	197 c	38.500 b	39,7 b	6.575	7.061 a	1,17
5	77.700 b	118 abc	16,0	205 bc	41.300 b	42,8 ab	6.667	7.198 a	1,22
6	102.000 b	59 d	15,4	220 abc	42.800 b	45,7 ab	7.390	7.655 a	1,12
7	99.700 b	95 cd	15,5	233 a	39.700 b	44,7 ab	7.660	8.087 a	1,25
8	189.800 a	161 ab	15,7	195 c	39.300 b	40,2 b	6.452	7.176 a	1,29
9	177.700 a	163 a	15,9	199 c	41.500 b	45,0 ab	7.594	8.327 a	1,44
CV(%)	10,9	32,8	5,8	6,6	5,7	10,0	15,6	15,8	15,0

<sup>1</sup> Na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5%.

<sup>2</sup> 1= milho em monocultivo (40.000 plantas/ha); 2= milho em monocultivo (50.000 plantas/ha); 3= feijão em monocultivo; 4 = milho e feijão plantados na mesma fileira; 5 = milho e feijão plantados na mesma cova; 6 = feijão (não-adubado) plantado no meio das fileiras de milho; 7 = feijão (adubado) plantado no meio das fileiras de milho; 8= feijão plantado no meio (não-adubado) e dentro das fileiras de milho; 9 = feijão plantado no meio (adubado) e dentro das fileiras de milho.

<sup>3</sup> Rendimento do milho + 4,5 x rendimento do feijão.

<sup>4</sup> Índice de equivalência de área.

<sup>5</sup> Os dados do feijão em monocultivo não foram incluídos na análise estatística, em razão de as parcelas terem ficado fora do ensaio.

## DISCUSSÃO

Em 1998/99, a produtividade de feijão em monocultivo foi baixa (430 kg/ha), provavelmente por causa das temperaturas relativamente altas que ocorreram em janeiro/fevereiro, especialmente durante a fase de floração/vageamento (Quadro 1). No consórcio, os efeitos das altas temperaturas, menos chuvas e da competição movida pelo cereal tiveram reflexos mais drásticos: o rendimento máximo de feijão foi 163 kg/ha.

Em 1992/93 e 1993/94, no monocultivo, a produtividade da leguminosa foi relativamente alta: 1.340 e 1.470 kg/ha, respectivamente. Esses rendimentos provavelmente são consequência das temperaturas mais amenas durante os primeiros 60 DAE dos feijoeiros (Quadro 1). Embora o rendimento de milho tenha sido semelhante nesses dois primeiros ensaios, o feijão consorciado com milho chegou a render três vezes mais em 1992/93 que em 1993/94. Em 1992/93, foi empregada população de feijoeiros mais alta (entre 154 e 305 mil/ha) que em 1993/94 (entre 67 e 226 mil/ha) e, em 1992/93, quando o feijão ocupou as fileiras do milho (independentemente do arranjo), este teve o rendimento reduzido. Com rendimentos de feijão de até 539 kg/ha, Aidar et al. (1) e Souza Filho e Andrade (8) não constatarão prejuízo significativo causado pelo feijão ao milho, quando a leguminosa ocupou as fileiras do cereal com população de até 160 mil/ha. No presente estudo, o prejuízo causado pelos feijoeiros ao milho foi consequência, provavelmente, do rápido crescimento inicial da leguminosa — devido a condições edafoclimáticas favoráveis —, o que resultou em rendimento de 1.075 kg/ha quando ele foi semeado na fileira do milho. Quando, além de ocupar as fileiras de milho, o feijão também foi plantado no meio das fileiras do cereal, o rendimento foi de 1.426 kg/ha (sem adubação) e 1.640 kg/ha (com adubação). Não há registro na literatura de rendimentos tão altos de feijão em consórcio simultâneo com milho.

Geralmente, a diminuição do rendimento do feijão consorciado com milho (em plantio simultâneo), em relação ao seu monocultivo, varia de 15 a 88% (3, 10). Nos ensaios dos anos agrícolas de 1993/94 e de 1998/99, a queda do rendimento de feijão em consórcio com milho foi de 77-78%, quando se consideraram as médias dos rendimentos de feijão nos arranjos FDFM e FMFM. No caso de a comparação ser feita com o feijão produzido no FDMFM, a diminuição de rendimento foi de 62-64%.

Embora não tenha havido diferença significativa entre as médias dos tratamentos com ou sem adubação do FMFM em nenhum dos ensaios, na média, o feijão adubado rendeu 66% mais que o não-adubado, resultado que corrobora os de Freire et al. (4). Os arranjos FDFM e FMFM proporcionaram rendimentos semelhantes de feijão, desde que, no FMFM, a leguminosa tenha sido adubada. Portanto, para o agricultor, que procura

baixo custo de produção e pequeno risco, o FDFM é mais interessante. Este permite que se aproveitem os sulcos (ou covas) e a adubação do milho para o cultivo do feijão, o que reduz custos com labor e insumos. Ademais, o FDFM facilita a capina entre as fileiras de milho com cultivadores de tração animal, e os feijoeiros substituem as plantas daninhas na fileira do milho. No entanto, esse arranjo apresenta um inconveniente que geralmente não ocorre no FMFM: alguns cultivares de feijão podem utilizar os pés de milho como suporte e dificultar a colheita.

O arranjo FDMFM foi o que mais beneficiou o feijão, aumentando-lhe o rendimento em 42,8%, em relação ao rendimento obtido no FDFM. A vantagem de se adubarem os feijoeiros semeados no meio das ruas de milho no FDMFM foi menor que no caso do FMFM (9,4% vs. 42,8%). Naquele, as plantas localizadas no meio das ruas do milho sofreram mais competição (do milho e do feijão) que as no FMFM (apenas do milho). Conseqüentemente, elas tenderam a produzir menos, com menor demanda por nutrientes.

Os resultados dos anos agrícolas de 1993/94 e de 1998/99 mostram que ambas as técnicas de plantio — covas e fileiras — levam ao mesmo resultado.

A produtividade de milho, levando-se em conta a população inicial de 50 mil plantas/ha, variou de 3.977 (1993/94) a 8.187 kg/ha (1998/99). Esta última produtividade foi alta, considerando-se a relativamente baixa quantidade de fertilizante: 500 kg/ha de 4-14-8 no plantio mais 250 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura. A boa fertilidade do solo (em gleba distinta da dos ensaios anteriores) provavelmente teve papel preponderante nesse resultado. Os rendimentos médios do milho nos três ensaios com as populações de 40 mil e 50 mil/ha foram semelhantes: 5.947 e 5.940 kg/ha, respectivamente. Resultados de ensaios conduzidos nesse mesmo local, no entanto, mostram que o rendimento do milho pode crescer linearmente com populações entre 30 mil e 60 mil/ha (5).

O arranjo espacial que mais beneficiou o milho foi FMFM. Nele, a altura do milho não foi afetada significativamente nos ensaios, e o rendimento médio foi de 5.886 kg/ha. No caso dos arranjos FDFM e FDMFM, em geral as plantas de milho tiveram o crescimento inicial prejudicado, e os rendimentos médios dos três ensaios foram de 5.032 e 5.041 kg/ha, respectivamente. A semelhança do rendimento de milho nos arranjos FDFM e FDMFM também indica que a leguminosa plantada no meio das ruas de milho não o prejudicou. Quando as condições edafoclimáticas foram muito favoráveis ao feijão, como no ano agrícola de 1992/93, ficou claro que o feijão semeado na fileira do milho prejudica-lhe o rendimento. Esses resultados são diferentes dos de Reis et al. (7), que constataram que os três arranjos espaciais não afetaram significativamente o rendimento de milho. Por não prejudicar o cereal, o FMFM poderia ser

vantajoso quando o preço do milho estivesse alto e o do feijão relativamente baixo.

A adubação no plantio e em cobertura nos feijoeiros semeados no meio das fileiras de milho teve pouco efeito no rendimento do cereal: aumentou-lhe 2,8%. Esta percentagem foi obtida utilizando-se as médias de rendimento do cereal (com ou sem adubação do feijão) dos arranjos FMFM e FDMFM. Nos ensaios conduzidos por Freire et al. (4), em Coimbra e Ponte Nova, MG, foi verificada tendência de o milho beneficiar-se da adubação do feijão semeado no meio de suas fileiras.

A produção equivalente de milho do FDMFM foi, em média, 14,8% superior à obtida no FDFM. Este apresentou IEA de 1,28, enquanto o FDMFM (em que a população de feijão foi semelhante à do monocultivo), 1,48. Reis et al. (7) verificaram que o FDMFM não afeta significativamente o rendimento de milho, e que há tendência de a leguminosa render mais no FDMFM que em FDFM e FMFM. O FDEFM implica maiores investimentos para o agricultor: mais semente e mais mão-de-obra para abertura de sulcos (ou covas), semeadura e colheita do feijão. No entanto, esse arranjo pode ser boa opção para o agricultor que pode investir mais e correr mais risco, especialmente quando o preço da leguminosa estiver alto. Os resultados do ano agrícola de 1998/99 mostram que, em determinadas condições climáticas, a produção equivalente de milho do monocultivo de feijão pode ser de 3,6 a 4,3 vezes menor que a alcançada no consórcio. Naquele ano agrícola, as altas temperaturas durante a fase reprodutiva do feijão provavelmente causaram abortamento de flores e reduziram o vingamento e a retenção de vagens (2). Essa situação pode ocorrer com mais frequência em locais mais quentes que Coimbra, município com altitude média de 700 m.

## CONCLUSÕES

1) O arranjo espacial em que o feijão é semeado dentro e no meio das fileiras de milho (FDMFM) proporciona maior rendimento de feijão.

2) O arranjo em que o feijão é semeado apenas no meio das fileiras de milho (FMFM), ao contrário dos arranjos FDMFM e FDFM (feijão dentro das fileiras de milho), não prejudica o milho.

3) O feijão semeado no meio das fileiras de milho responde melhor à adubação no arranjo FMFM que no FDMFM.

4) O milho não é beneficiado pela adubação empregada nos feijoeiros semeados no meio de suas fileiras.

5) Plantios, em fileiras ou covas, levam ao mesmo rendimento de milho ou feijão.

6) O consórcio milho-feijão é mais vantajoso que os monocultivos de milho ou de feijão, quanto à produção de grãos por unidade de área.

**REFERÊNCIAS**

1. AIDAR, H.; VIEIRA, C.; OLIVEIRA, L.M. de & VIEIRA, M. Cultura associada de feijão e milho. II – Efeitos de populações de plantas no sistema de plantio simultâneo de ambas as culturas. *Rev. Ceres*, 26:102-11, 1979.
2. ANDRADE, M.J.B. de. Clima e solo. In: Vieira, C.; Paula Jr., T.J. de & Borém, A. (eds.). *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. Viçosa, Editora UFV, 1998. p.83-97.
3. CANDAL NETO, J.F. & VIEIRA, R.F. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em consórcio com milho (*Zea mays*), na região serrana do Espírito Santo. *Rev. Ceres*, 41:168-77, 1994.
4. FREIRE, F.M.; VIEIRA, C.; CHAGAS, J.M.; SILVA, C.C. da & ARAÚJO, G.A. de A. Cultura associada de feijão e milho. VII – Comparação de práticas de adubação mineral. *Pesq. Agropec. Bras.*, 20:291-7, 1985.
5. LIMA, S.F. de. Populações de plantas de milho e de feijão nos consórcios simultâneo e de substituição. Viçosa, UFV, 2001. 62 p. (Tese de doutorado).
6. RAMALHO, M.A.P.; SILVA, A.F. da & AIDAR, H. Cultivares de milho e feijão em monocultivo e em dois sistemas de consorciação. *Pesq. Agropec. Bras.*, 19:827-33, 1984.
7. REIS, W.P.; RAMALHO, M.A.P. & SILVEIRA, J.V. Análise de crescimento do milho e do feijão em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos de semeadura. *Ciência e Prática*, 9:222-37, 1985.
8. SOUZA FILHO, B.F. de & ANDRADE, M.J.B. de. Influência de diferentes populações de plantas no consórcio milho x feijão – 1977/80. Campos, Emp. Pesq. Agropec. do Estado do Rio de Janeiro, 1982. 4p. (Comunicado Técnico, 102).
9. VIEIRA, C. Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil. Viçosa, Editora UFV, 1999. 183p.
10. VIEIRA, R.F. & RAMOS, J.A. de O. Avaliação de cultivares de feijão no consórcio com milho, em Goianira, Goiás. *Rev. Ceres*, 39:491-506, 1992.