

PRODUTIVIDADE E ÍNDICE DE ESPIGA DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO EM SISTEMA DE CONSÓRCIO COM O FEIJÃO COMUM¹

ISRAEL ALEXANDRE PEREIRA FILHO², JOSÉ CARLOS CRUZ³ e MAGNO ANTONIO PATTO RAMALHO⁴

RESUMO - Objetivando verificar o comportamento de diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.) e populações de plantas no consórcio, foi instalado um experimento em Sete Lagoas, MG, com os seguintes tratamentos: cultivares de milho BR 201 M (híbrido simples prolífico), CMS 350 e AG 301 (híbridos duplos precoces) nas densidades de 20, 40 e 60 mil plantas/ha. Todos os tratamentos foram desenvolvidos em sistemas de monocultivo e em sistema de consórcio simultâneo com o feijoeiro-comum, semeado na mesma linha do milho. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de fatorial. A produtividade do milho aumentou linearmente com a elevação do número de plantas por área em ambos os sistemas. As cultivares BR 201 M e CMS 350 tiveram produções iguais, sendo porém superiores à AG 301. No geral o milho consorciado produziu 21% a menos que no monocultivo. O índice de espigas foi maior na cultivar BR 201 M, que superou a CMS 350 e AG 301 em 25 e 66%, respectivamente. A produtividade do feijoeiro cresceu linearmente com a redução de plantas de milho por área.

Termos para indexação: *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, cultivares, prolificidade, precocidade, densidade de plantas, sistemas de plantio, índice de espiga.

PRODUCTIVITY AND EAR INDEX OF THREE MAIZE CULTIVARS IN INTERCROPPING SYSTEMS WITH COMMON BEAN

ABSTRACT - In order to verify the behavior of different maize cultivars and plant density in an intercropping system with common bean, a trial was carried out in Sete Lagoas, MG, Brazil. The following treatments were studied: maize cultivars BR 201 M (single cross, prolific), CMS 350 and AG 301 (double cross, early maturity), in the densities of 20,000; 40,000 and 60,000 maize plants/ha. All these treatments were planted in two systems: single cropping and intercropping with common bean that was planted in the same line of maize, simultaneously. A randomized complete block design was applied, in a factorial experimental arrangement. Maize yield increased linearly as the number of crop plants per area increased. In both systems BR 201 M and BR 350 cultivars had the same behavior, yielding better than AG 301. Maize intercropping, in general, yielded 21% less than single cropping did. The ear index of BR 201 M was 25 and 66% greater than BR 350 and AG 301 cultivars, respectively. Common bean yield increased linearly as the number of maize plants decreased.

Index terms: *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, cultivars, prolificity, early maturity, plant density, crop systems, ear index.

INTRODUÇÃO

No Brasil o sistema de consórcio milho-feijão tem recebido, nos últimos anos, atenção especial da pesquisa, porque mais da metade da produção de milho e quase totalidade do feijão é proveniente desse sistema de plantio. A produtividade das duas culturas no sistema

¹ Aceito para publicação em 18 de dezembro de 1990

² Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

³ Eng.-Agr., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS).

⁴ Eng.-Agr., Prof. Dr., Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

consorciado é baixa, necessitando-se aliar práticas culturais adequadas a cultivares mais apropriados a esse sistema de plantio. As pesquisas já realizadas mostram que a competição exercida pelo milho sobre o feijão é acentuada (Araújo 1978, Santa Cecília & Vieira 1978, Aidar et al. 1979, Andrade et al. 1980, Souza Filho & Andrade 1982, Candal Neto 1985, Cruz et al. 1987); indicando que a eficiência do sistema só poderá ser aumentada se for reduzida essa competição. A diminuição da população de plantas de milho por área é, sem dúvida, a principal alternativa para se reduzir a competição sobre o feijoeiro, como tem sido verificado por vários autores (Araújo 1978, Aidar et al. 1979, Andrade et al. 1980, Souza Filho & Andrade 1982, Reis 1984, Candal Neto 1985, Cruz et al. 1987).

A utilização de cultivares de milho prolífico tem sido anunciada como uma opção para reduzir a densidade de plantio, diminuindo dessa forma, a competição sobre o feijoeiro, e ao mesmo tempo, causando uma redução menos acentuada na produtividade da gramínea (Prior & Russel 1968, Francis 1981, Cruz et al. 1987).

Nos últimos anos, tem ocorrido a tendência de se procurar a seleção de cultivares de milho de menor porte, mais precoce e também mais prolífico. Esses materiais ainda não foram avaliados em consórcio com o feijoeiro. Por isso, foi conduzido este trabalho visando verificar o comportamento desses materiais no consórcio com a cultura do feijoeiro-comum.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, com temperatura média anual de 22,1°C, altitude de 732 m e precipitação média anual de 1.339 mm.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial de 3x3x2, com quatro repetições, envolvendo três cultivares de milho, três densidades de semeadura e dois sistemas de plantio por consórcio simultâneo na linha e monocultivo. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de seis

metros de comprimento, tanto no sistema consorciado quanto em monocultivo, sendo colhidas, como área útil, as duas linhas centrais, desprezando-se meio metro de cada extremidade.

Foram utilizadas as cultivares de milho CMS 350, híbrido duplo precoce, BR 201 M híbrido simples prolífico e precoce, desenvolvidas pelo CNPMS/EMBRAPA; e AG 301, semi-precoce da Agroceres.

Utilizaram-se as densidades de plantio de 20, 40 e 60 mil plantas/ha, fixando-se o espaçamento em 1,0 m e variando o número de plantas por metro, conforme a densidade. Foi semeado o dobro de sementes, para após a germinação, processar-se o desbaste, deixando o número de plantas correspondente ao nível de cada densidade de plantas. A densidade do feijão, cultivar Carioca, foi de 100 mil plantas/ha.

A semeadura do milho e do feijão foi simultânea (feijão na linha do milho), realizada no mês de novembro.

A adubação foi feita na base de 300 kg/ha da fórmula 4-14-8, mais 15 kg/ha de sulfato de zinco e 200 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, sendo 100 kg/ha aos 30 dias, para atender às necessidades do feijão, e o restante aos 50 dias.

No milho, foram avaliadas as características "índice de espiga" (prolificidade) e "produção de grãos", e no feijão, somente a "produção de grãos".

A produção equivalente foi estimada utilizando-se a relação de preços entre as culturas por meio da expressão $Y_e = Y_n + rY_f$, apresentada por Ramalho et al. (1983), em que: Y_e é a produção equivalente do milho; Y_n e Y_f são as produções de grãos (kg/ha) de milho e feijão consorciados, respectivamente, e r a relação de preços do feijão para o milho, que, no caso, foi considerada como 4,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho consorciado apresentou produtividade média de grãos 21% inferior à do monocultivo (Tabela 1). De um modo geral, trabalhos diversos mostram que o milho praticamente não é afetado quando consorciado; há porém, relatos de redução na produtividade da gramínea quando consorciada (Andrade et al. 1974, Fardim 1977, Santa Cecília & Vieira 1978, Aidar et al. 1979, Reis 1984, Ramalho et al. 1984, Cruz et al. 1987).

Quando se comparam as cultivares de milho, verifica-se que seu desempenho foi diferente. Em média, as cultivares CMS 350 e BR 201M produziram 33 e 20% a mais que a AG 301. Deve-se salientar que a CMS 350, sendo a mais precoce, floresceu com 55 dias de idade, sendo por isso beneficiada pela distribuição das chuvas (Fig. 1).

Quanto ao efeito da densidade de plantas sobre a produção de grãos de milho, observou-se que todas as cultivares envolvidas responderam linearmente através da produção quando se elevou o número de plantas por área

(Tabela 2). O coeficiente b (Fig. 2) indica que a adição de cada mil plantas de milho corresponde a um incremento de 28,7 kg/ha. Resultados semelhantes foram relatados por Galvão et al. (1969), Novais et al. (1971), Usberti Filho (1972), Leite (1973), Vieira et al. (1975), Mundstock (1979), Candal Neto (1985) e Cruz et al. (1987).

Observa-se na Tabela 2 que nenhuma das interações foi significativa para produção de grãos de milho, evidenciando que o desempenho das cultivares independe dos sistemas e das densidades de plantas utilizadas. No en-

TABELA 1. Resultados médios das características, índice de espiga, produção de grãos de milho em consórcio e em monocultivo, produção de grãos de feijão e produção equivalente. Sete Lagoas, MG, 1986/87.

Cultivares	População (mil plantas/ha)	Milho						Feijão Produção (kg/ha)	Produção equivalente	
		Índice de espiga		Produção (kg/ha)			M		C	
		M*	C*	Média	M	C				Média
BR 201 M	20	1,4	1,7		3483	3355		1150	3483	8530
	40	1,5	1,4		4664	3664		626	4663	6481
	60	1,0	1,0		4858	4176		532	4858	6770
	Média	1,3	1,3	1,3 a	4335	3731	4033 a	769	4335	7193
CMS 350	20	1,5	1,3		3481	3584		821	3481	7279
	40	1,0	1,0		5652	3717		790	5652	7272
	60	1,0	0,9		5899	4473		531	5899	6863
	Média	1,2	1,0	1,1 b	5011	3924	4467 a	714	5011	7138
AG 301	20	1,0	1,1		3132	2459		903	3132	6527
	40	1,0	0,9		4105	3372		908	4105	7358
	60	0,8	0,9		3670	3303		576	3670	5895
	Média	0,9	0,9	0,9 c	3635	3045	3340 b	795	3635	6626
Monocultivo								1239		
Média das densidades	20	1,3	1,3		3365	3132		957	7445	
	40	1,1	1,1		4806	3584		775	7070	
	60	0,9	0,9		4809	3884		546	6442	
Média geral		1,1	1,1		4326	3566		759	6985	
CV(%)		12,25			23,55			29,99	16,92	

M e C referem-se a monocultivo e consórcio, respectivamente.

As médias seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente entre si.

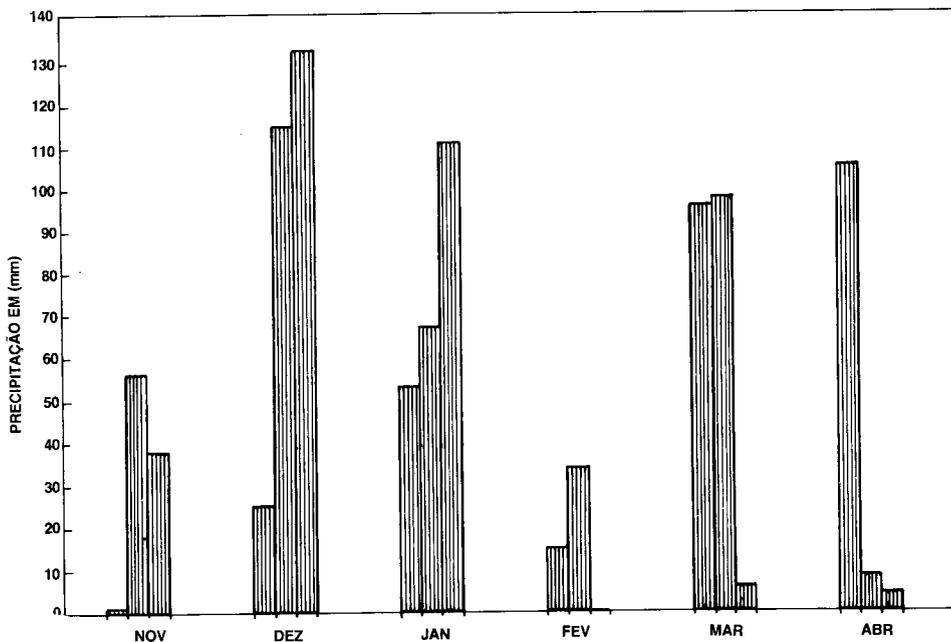


FIG. 1. Precipitação pluvial ocorrida por década durante os meses de novembro de 1986 a abril de 1987, em Sete Lagoas, MG.

tanto, a interação cultivar x densidades foi significativa para o índice de espigas, sendo provável que a maior precisão de avaliação dessa característica tenha contribuído para a significância dos testes de F.

A cultivar BR 201 apresentou maior índice de espigas, superando, em média, as cultivares CMS 350 e AG 301 em 18,2% e 44,4%, respectivamente. Deve-se salientar que a diferença entre os índices de prolificidade das cultivares foi mais expressiva nas menores densidades de plantio. Nessa situação, o maior índice de espiga da cultivar BR 201 M, não permitiu que a produção fosse compensada quando se utilizou um menor número de plantas por área. É possível que a distribuição das chuvas tenha prejudicado o desenvolvimento das espigas da cultivar BR 201 M, pois, como já foi mencionado, ela apresentou produtividade de grãos semelhante à da cultivar precoce CMS 305.

Considerando os dados médios da produtividade de grãos de feijão em consórcio, e das análises de variância (Tabela 3) dessa caracte-

TABELA 2. Resumo das análises de variância para índice de espiga e produção de grãos de milho. Sete Lagoas, MG, 1986/87.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios	
		Índice de espiga	Produção de grãos (kg/ha)
Blocos	3	0,01	1844779,05
Cultivares	2	1,12**	7761182,00**
Sistemas	1	0,10*	10398320,05**
Densidades	2	1,41**	9011332,62**
R. linear	1	2,80**	15801075,00**
R. quadrática	1	0,01	2221590,25
Cultivares x sistemas	2	0,02	479762,88
Cultivares x densidades	4	0,17**	579049,06
Sistemas x densidades	2	0,01	1487544,43
Cultivares x sistemas x densidades	4	0,02	613804,45
Resíduo	51	0,02	863937,37
CV%		12,25	23,55
Média		1,15	3947,41

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

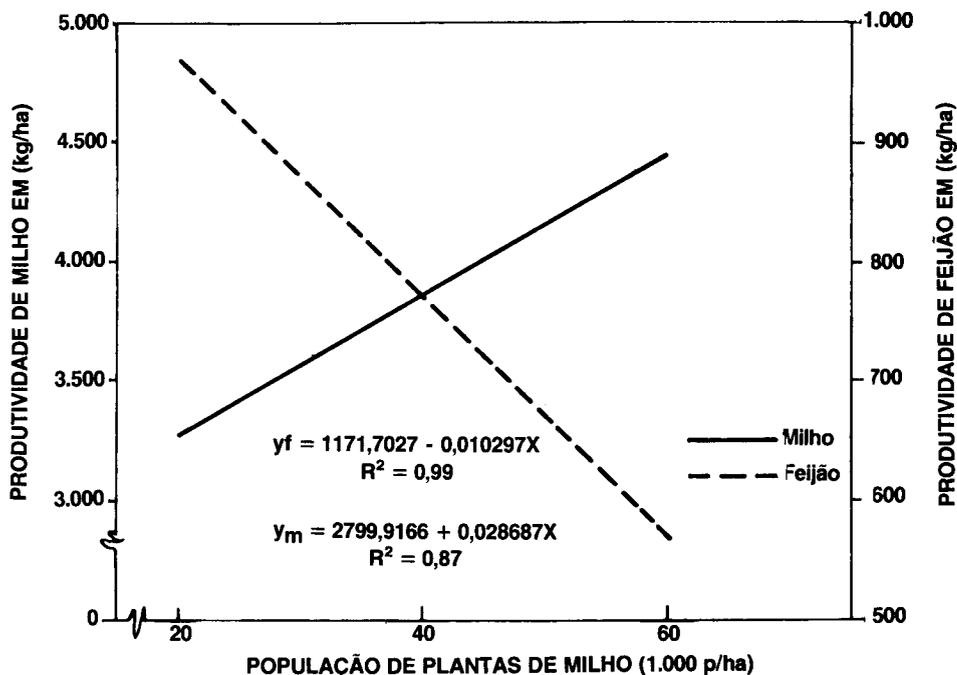


FIG. 2. Produtividade de grãos de milho e feijão em função da população de plantas.

TABELA 3. Resumo das análises de variância para produção de grãos de feijão. Sete Lagoas, MG, 1986/87.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios	
		Produção equivalente	Produção de grãos (kg/ha)
Blocos	3	816208,60	15681,39
Cultivares	2	1177634,31	20831,07
Densidades	2	3079546,78	511010,76**
R. linear	1	2008759,57	1017846,09**
R. quadrática	1	1070787,21	4175,45
Cultivares x densidades	4	249235,33	89426,47
Resíduo	35	1397173,29	51916,56
CV%		16,92	29,99
Média		6986,01	759,82

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ística, constata-se não haver efeito significativo das cultivares de milho sobre o rendimento do feijoeiro. Tem sido constatado, que no sistema consorciado, quanto maior a produtividade do milho, menor é a do feijoeiro

(Pereira Filho 1981, Cruz et al. 1984, Ramalho et al. 1984). Apesar de ocorrer diferença entre as cultivares de milho, ela não se refletiu na produção do feijão. É provável que a diferença entre as cultivares de milho tenha ocorrido por fatores que atuaram no final do ciclo da gramínea, quando provavelmente, o feijoeiro, já está no final da maturação ou até mesmo já colhido.

Com o aumento na densidade de plantas de milho a produtividade do feijoeiro se reduziu linearmente, isto é, para cada aumento de mil plantas de milho houve uma redução de 10,3 kg/ha de feijão (Fig. 2). A diminuição da produtividade de grãos do feijoeiro, em virtude do aumento do número de plantas de milho por área, também é fato observado por vários autores (Santa Cecília & Vieira 1978, Aida et al. 1979, Souza Filho & Andrade 1982, Cruz et al. 1987).

A produção equivalente de milho, isto é, a produção combinada do milho mais feijão em função da relação de preços das duas culturas,

não mostrou diferença significativa para nenhuma das fontes de variação (Tabela 3). Isto mostra que a menor produtividade de grãos de milho, observada nos menores espaçamentos, foi compensada pela maior produtividade de grãos do feijão nessa condição. Deve ser salientado que a estimativa do coeficiente de regressão para a produtividade do milho, em função da população de plantas ($b = 28,7$ kg/ha), foi superior ao obtido para o feijoeiro ($b = 10,3$ kg/ha). Porém, essa diferença, em termos de produção equivalente, foi anulada pelo maior preço do feijão (Fig. 2 e Tabela 1).

Este trabalho confirma mais uma vez que o sistema consorciado é prática vantajosa para os agricultores. Observou-se que a produção equivalente média do sistema consorciado foi 61% superior à média do monocultivo do milho.

A hipótese de que cultivares de milho prólfico, em menores densidades de plantio, poderiam proporcionar maior produtividade do feijoeiro em função da menor competição de plantas, deve ser mais amplamente avaliada. Para o prosseguimento dessa proposição, há necessidade de maiores opções de cultivares de milho com a característica de prolificidade.

CONCLUSÕES

1. A produtividade de grãos do feijoeiro consorciado aumentou linearmente com o decréscimo da densidade de plantas de milho.

2. A produção de grãos de milho sofreu influência das densidades de plantio, entretanto, houve uma compensação pelo maior índice de espigas das menores densidades, o que contribuiu para que a diferença de produtividade de grãos de milho não fosse tão acentuada.

3. As interações cultivar x sistema e cultivar x densidade não foram significativas, mostrando que o desempenho das cultivares de milho independe da densidade de plantas e do sistema utilizado.

4. A produção equivalente de milho mais feijão não foi significativa, uma vez que a redução na produtividade do milho foi compensada pela maior produtividade do feijão.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; VIEIRA, C.; OLIVEIRA, L.M. de; VIEIRA, M. Cultura associada de feijão e milho. II. Efeitos de populações de plantio simultâneo de ambas as culturas. **Revista Ceres**, v.26, n.143, p.102-111, 1979.
- ANDRADE, M.A. de; RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, M.J.B. de. Consorciação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com cultivares de milho (*Zea mays* L.) de porte diferente. **Agros**, Lavras, v.4, n.2, p.23-30, 1974.
- ANDRADE, M.J.B. de; OLIVEIRA, L.A.A. de; SOUZA FILHO, B.F. de; PEREIRA, R.P.; PARENTE, F.C. **Efeitos de diferentes populações de plantas na consorciação milho x feijão**. Rio de Janeiro: PESAGRO, 1980. 4p. (Comunicado Técnico, 49).
- ARAÚJO, A.G. de. **Sistemas de culturas milho-feijão**; efeitos de cultivares e populações de consorciação. Viçosa: UFV, 1978. 78p. Tese Mestrado.
- CANDAL NETO, J.F. **Cultivo consorciado de milho com feijão**; efeitos da altura das plantas de milho e da densidade populacional. Viçosa: UFV, 1985. 68p. Tese Mestrado.
- CRUZ, J.C.; CORREA, L.A.; RAMALHO, M.A.P.; SILVA, A.F. de; OLIVEIRA, A.C. de. Avaliação de cultivares de milho associado com o feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.163-168, 1984.
- CRUZ, J.C.; RAMALHO, M.A.P.; SALLES, L.T.G. Utilização de cultivares de milho prólfico no consórcio milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.203-211, 1987.
- RDIM, F. **Influência de sistemas de consorciação na produtividade e outras características agrônômicas do milho e do feijão**. Lavras: ESAL, 1977. 61p. Tese Mestrado.
- FRANCIS, C.A. Development of plant genotypes for multiple cropping systems. In: FREY, K.J. **Plant Breeding II**. Ames: Iowa State University, 1981. p.179-231.
- GALVÃO, J.D.; BRANDÃO, S.S.; GOMES, F.R. Efeito da população de plantas e níveis de ni-

- trogênio sobre a produção de grãos e sobre o peso médio das espigas de milho. **Experientiae**, 939-982, 1969.
- LEITE, D.R. **Comportamento de milho (*Zea mays* L.) braquítico - 2 em diferentes densidades de plantio**. Piracicaba: [s.n.], 1973. 60p. Tese Mestrado.
- MUNDSTOCK, C.M. Número de plantas por unidade de área. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 8., 1970, Porto Alegre. **Anais**. . . Porto Alegre: [s.n.], 1979. p.9-11.
- NOVAIS, R.F.; GALVÃO, J.D.; BRAGA, J.M. Efeito de nitrogênio, população de plantas e híbridos sobre a produção de grãos e sobre algumas características agrônômicas da cultura do milho. **Experientiae**, v.12, p.34180, 1971.
- PEREIRA FILHO, I.A. **Estudo do consórcio de feijão com milho de diferentes arquiteturas**. Maceió: EPEAL, 1981. 1p. (Pesquisa em Andamento, 3).
- PRIOR, C.L.; RUSSEL, W.A. Yield performance of nonprolific and prolific maize hybrids at six plant densities. **Crop Science**, v.8, n.2, p.448-451, 1968.
- RAMALHO, M.A.P.; OLIVEIRA, A.C. de; GARCIA, J.C. **Recomendações para o planejamento e análise de experimentos com as culturas de milho e feijão consorciadas**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. 74p. (EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 2).
- RAMALHO, M.A.P.; SILVA, F. da; AIDAR, H. Cultivares de milho e feijão em monocultivo e em dois sistemas de consorciação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.827-833, jul. 1984.
- REIS, P.W. **Análise de crescimento de milho e feijão em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos de semeadura destas culturas**. Lavras: ESAL, 1984. 11-13p. Tese Mestrado.
- SANTA CECÍLIA, F.C.; VIEIRA, C. Associated cropping of beans and maize. I. Effects of bean cultivars with different growth habits. **Turrialba**, v.28, n.10, p.19-23, 1978.
- SOUZA FILHO, B.F.; ANDRADE, M.J.B. de. Influência de diferentes populações de plantas no consórcio milho-feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.103-104.
- USBERTI FILHO, J.A. **Avaliação de germoplasma de milho (*Zea mays* L.) em relação a densidade de plantio e níveis de fertilizantes**. [S.l.:s.n.], 1972. 152p. Tese Doutorado.
- VIEIRA, C.; AIDAR, H.; VIEIRA, R.F. Populações de plantas de milho e feijão, nos sistema de cultura consorciada, utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.22, n.122, p.286-290, 1975.