

CIRCULAR TÉCNICA

ISSN 0100 - 8013

NÚMERO 22

Janeiro, 1997

CONSORCIO MILHO-FEIJÃO

Embrapa

Milho e Sorgo

CIRCULAR TÉCNICA Nº 22

ISSN 0100-8013

Janeiro, 1997

CONSÓRCIO MILHO-FEIJÃO

Israel A. Pereira Filho
Magno A. Patto Ramalho
José Carlos Cruz

Embrapa

Milho e Sorgo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS CONSORCIADOS.....	5
3. VANTAGENS DO CONSÓRCIO MILHO-FEIJÃO	6
4. PRODUTIVIDADE DO MILHO E FEIJÃO CONSORCIADOS	7
5. ÉPOCAS DE PLANTIO E SISTEMAS DE CONSÓRCIO.....	8
6. CULTIVARES DE MILHO E FEIJÃO PARA O CONSÓRCIO.....	15
7. PREPARO DO SOLO.....	15
8. ARRANJOS DE PLANTAS, DENSIDADES DE PLANTIO E ESPAÇAMENTOS	16
9. ADUBAÇÃO NO CONSÓRCIO MILHO-FEIJÃO	20
10. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	22
11. PRAGAS E DOENÇAS NO CONSÓRCIO MILHO - FEIJÃO.....	23
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

CONSÓRCIO MILHO-FEIJÃO

Israel A. Pereira Filho¹
Magno A. Patto Ramalho²
José Carlos Cruz¹

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, mais de 54% do milho comercializado ou estocado em paióis, nas propriedades, vem do sistema de consórcio (Ramalho et. al. 1990). No Nordeste, 89% do milho produzido também é proveniente desse sistema de cultivo; na região Norte, 58%, no Sul, 55%, no Sudeste, 35%; e, na região Centro-Oeste, 34% (EMBRAPA/CNPMS 1987). No Brasil, o feijão geralmente também é cultivado em consórcio com outras culturas, principalmente com o milho. Segundo Vieira (1985), embora a percentagem de feijão produzida em cultivos consorciados varie de região para região, geralmente é superior a 70%, podendo atingir mais de 90% em algumas, como, por exemplo, a Zona da Mata de Minas Gerais. Mesmo com o avanço tecnológico da agricultura brasileira, uma parcela considerável de produtores ainda continua a usar o consórcio, evidenciando a importância de se obter maior eficiência desse sistema.

A partir da década de setenta, inúmeras pesquisas sobre o consórcio milho-feijão foram desenvolvidas (Vieira et al. 1982; Vieira 1985; Chagas et al. 1984; Ramalho e Cruz 1984; Ramalho e Coelho 1984; Portes 1984; Ramalho et al. 1990). Neste trabalho, são apresentados os resultados de pesquisa mais recentes, procurando associá-los às informações já existentes, de modo a possibilitar que os agricultores possam utilizá-los na condução da cultura consorciada, do melhor modo possível.

2. AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS CONSORCIADOS

O índice de equivalência de área (IEA) ou índice de uso eficiente da terra (UET) tem sido utilizado com frequência na avaliação de consórcios. Esse índice quantifica o número necessário de hectares para que as produções dos monocultivos se igualem às de 1 ha das mesmas culturas em associação. É estimado pela seguinte expressão:

¹Eng. Agr., Pesquisador da EMBRAPA/CNPMS. Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

²Eng. Agr., Professor da Universidade Federal de Lavras/Departamento de Biologia. UFLA. Caixa Postal 37. CEP 37200-000 Lavras - MG

$$IEA = UET = \frac{\text{Rend. milho consorciado}}{\text{Rend. milho em monocultivo}} + \frac{\text{Rend. feijão consorciado}}{\text{Rend. feijão em monocultivo}}$$

Valores do UET superiores a 1,0 indicam maior eficiência do consórcio em relação aos monocultivos.

A produtividade de sistemas de consórcio pode ser também expressa por equivalência de produção, tomando por base o rendimento das culturas e a relação de preço entre os dois produtos, conforme mencionado por Ramalho et al. (1983). Usa-se o seguinte cálculo:

$Y_e = Y_m + rY_f$, que permite observar a produção equivalente do milho, sendo:

Y_e = produção equivalente do milho;

Y_m e Y_f = as produções de grãos, em kg/ha, de milho e feijão consorciados, respectivamente, e

$$r = \frac{\text{Preço do feijão}}{\text{Preço do milho}}$$

Em levantamento efetuado no período de 1969 a 1974, pela Fundação Getúlio Vargas (1974), foi constatado que r variou de 2,7 a 6,5, com uma média de 4,5. Isto é, o preço do feijão foi, em média, 4,5 vezes superior ao do milho.

A vantagem desse processo é dispensar, para fins de cálculo, as produções do monocultivo das culturas envolvidas.

3. VANTAGENS DO CONSÓRCIO MILHO - FEIJÃO

- a) Maior produtividade de grãos: normalmente, o consórcio milho-feijão permite maior produção de alimentos por unidade de área, em relação aos monocultivos.
- b) Maior estabilidade de rendimento: se, no sistema, uma das culturas falhar ou tiver o seu desenvolvimento prejudicado por falta de chuvas, ataque de pragas etc., a outra cultura poderá compensá-la.

- c) Menor incidência de pragas, doenças e plantas daninhas: isto ocorre por causa das condições microclimáticas formadas no consórcio, menos favorável ao desenvolvimento ou à entrada de insetos e doenças. Devido à concorrência exercida pelas culturas consorciadas, as plantas daninhas também têm o seu desenvolvimento prejudicado.
- d) Melhor controle da erosão: o sistema controla mais eficientemente a erosão, por proporcionar melhor cobertura vegetativa ao terreno e, com isso, protege mais o solo do impacto das gotas de chuva, reduzindo a velocidade da enxurrada.

4. PRODUTIVIDADE DO MILHO E FEIJÃO CONSORCIADOS

Embora a produtividade do consórcio, medida em termos de UET, seja maior do que a dos respectivos monocultivos, as produções de grãos de cada cultura são menores, devido à competição inter - específica, conforme mostram vários resultados de pesquisa (Geraldí 1983; Cruz et al. 1984; Ramalho et al. 1983; Fontana Neto et al. 1984; Reis et al. 1985; Araújo et al. 1986; Pereira Filho et al. 1991; Magalhães et al. 1992), sintetizados na Tabela 1.

TABELA 1. Produtividades de milho e de feijão em monocultivo (M) e em consórcio (C), com semeadura simultânea, segundo diversos autores.

Milho (kg/ha)		Relação de Perdas C/M(%)	Feijão (kg/ha)		Relação de Perdas C/M(%)
M	C		M	C	
5.558	4.926	88,6	1.138	424	37,2
6.254	5.938	94,9	784	287	36,7
4.887	4.531	93,0	640	266	42,0
5.731	4.865	84,9	1.441	769	53,4
5.488	5.012	91,3	997	432	43,2
6.297	5.546	88,1	1.422	498	35,0
5.929	5.357	90,3	1.243	367	29,5
4.327	3.566	82,4	1.239	759	61,2

A redução da produtividade de milho observada no plantio consorciado em relação ao solteiro é normalmente pequena, não chegando, na maioria dos casos, a 10%. Já na cultura do feijão, a diferença é bem mais acentuada, podendo, em alguns casos, ser maior do que 50% (Tabela 1). Essa maior redução na produtividade do

feijão pode ser devido à menor densidade de plantas em relação ao monocultivo e, principalmente, à forte competição exercida pelo milho.

5. ÉPOCAS DE PLANTIO E SISTEMAS DE CONSÓRCIO

A época de plantio do consórcio normalmente é a mesma observada para o monocultivo, sendo mais cedo no Sul do País, variando de agosto a setembro, e mais tarde à medida que se desloca para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, onde as épocas ideais de semeadura ficam entre os meses de outubro e novembro. Na região Nordeste, a época de plantio se estende de novembro a maio, dependendo do período chuvoso. Com relação à época relativa de plantio, têm-se os seguintes sistemas:

- a) Feijão semeado antes do milho - sistema predominante na região Sul do país, tendo como inconvenientes a dificuldade na semeadura do milho e na realização dos tratos culturais;
- b) Semeadura simultânea de milho e feijão - nesse sistema, as duas cultivares são semeadas na mesma época, sendo o mais usado pela maioria dos agricultores que realizam plantio consorciado;
- c) Cultivo de substituição ou semeadura do feijão após a maturação fisiológica do milho - muito utilizado, especialmente em algumas regiões dos estados de Minas Gerais e Goiás, em que o feijão é semeado nos meses de fevereiro e março, entre as linhas do milho em fase de maturação.

Em geral, as épocas relativas de plantio das culturas no consórcio estão ligadas diretamente à importância comercial de cada cultura e à tradição da região. Um exemplo disso é o que ocorre em Santa Catarina: no Oeste, o milho é semeado antes ou simultaneamente com o feijão, devido ao interesse dos produtores em garantir o milho para as criações de aves e suínos. Já no Planalto Norte Catarinense, o feijão é semeado antes, em razão do interesse pelo melhor preço do produto no mercado.

Fleish (1988) avaliou o efeito de arranjos e épocas relativas de plantio, evidenciando aumento na produção do feijão à medida que distanciava o seu plantio em relação ao do milho, em todos os arranjos avaliados, e uma redução na produção do milho apenas nas duas últimas épocas (Tabela 7)

TABELA 2. Rendimentos médios de milho (M) e feijão (F) consorciados em quatro diferentes épocas de semeadura e arranjos. Média de três anos. Chapecó, SC¹.

Épocas de Semeadura	Rendimentos (kg/ha)											
	Arranjos (Milho:Feijão)						Médias					
	1M:1F ²		2M:2F		2M:3F		1M:2F		M		F	
1	6.468	590	5.919	636	5.242	983	4.879	1.017	5.627	806	6.880	
2	5.842	727	5.365	786	4.660	1.025	4.642	1.117	5.127	912	6.564	
3	5.834	891	5.630	919	4.944	1.191	4.447	1.292	5.221	1.073	6.730	
4	4.872	1.275	4.737	1.249	4.453	1.414	4.043	1.560	4.526	1.374	5.908	
5	3.809	1.708	4.257	1.488	3.250	1.610	3.257	1.939	3.710	1.686	4.644	

¹ Adaptado de Flesh (1988)

² Fileiras de Milho: Fileiras de feijão

³ Épocas de semeadura:

1- milho 15 dias antes do feijão; 2- milho simultâneo com o feijão; 3- milho 15 dias após o feijão; 4- milho 30 dias após o feijão; 5- milho 45 dias após o feijão; (feijão solteiro - 2.007 kg/ha)

Na semeadura simultânea, o plantio do feijão pode ser realizado na linha do milho, na entrelinha deste ou ainda milho e feijão em faixas alternadas, com vantagens e desvantagens em cada caso. O sistema de milho e feijão na mesma linha apresenta uma série de vantagens de ordem prática, como a facilidade de cultivo, devido à distribuição das duas culturas na mesma linha de plantio. O feijão substitui as plantas daninhas, de difícil controle, que geralmente crescem na linha do milho, além de competir menos com o milho do que essas plantas.

Inúmeros trabalhos (Santa Cecília et al. 1982; Oliveira et al. 1983; Ramalho et al. 1983; Cruz et al. 1984; Reis et al. 1985; Cardoso et al. 1986; Ramalho et al. 1986; Magalhães et al. 1992), cujos resultados são sintetizados na Tabela 3, demonstraram que não há praticamente diferença na produtividade entre o feijão cultivado na entrelinha do milho e o cultivado na mesma linha.

TABELA 3. Produtividade de grãos de milho e feijão, em kg/ha, com semeadura do feijão na linha e nas entrelinhas do milho, segundo diversos autores

Sistemas de semeadura do feijão			
Na mesma linha do milho		Nas entrelinhas do milho	
Milho	Feijão	Milho	Feijão
6.104	386	6.153	364
4.658	621	5.381	528
4.518	265	4.518	288
3.213	655	3.517	546
4.889	510	5.158	354
5.579	415	5.272	235
4.066	363	4.032	335
5.327	386	5.386	349
4.820	450	4.957	372

Tampouco foi encontrada diferença de produtividade entre o plantio simultâneo das culturas do milho e feijão em faixas e o plantio delas na linha.

A comprovação de que a produtividade do consórcio não é afetada pelo tipo de arranjo (feijão plantado na linha ou na entrelinha do milho, Tabela 3) fez com que técnicos da EMBRAPA/CNPMS desenvolvessem uma plantadeira, adaptada para tração animal ou mecânica, que permite o plantio simultâneo do milho e feijão na mesma linha (Figuras 1 e 2).

Na Figura 1, apresenta-se um desenho esquemático do implemento. Observa-se que ele contém, basicamente, dois mecanismos de distribuição de sementes e dois depósitos concêntricos acoplados a um único eixo. Desse modo,

obteve-se uma unidade integrada, capaz de distribuir as sementes de milho e feijão em perfeito sincronismo. Para seu desenvolvimento, foram utilizados os componentes de uma plantadeira comercial e introduzidas as seguintes peças:

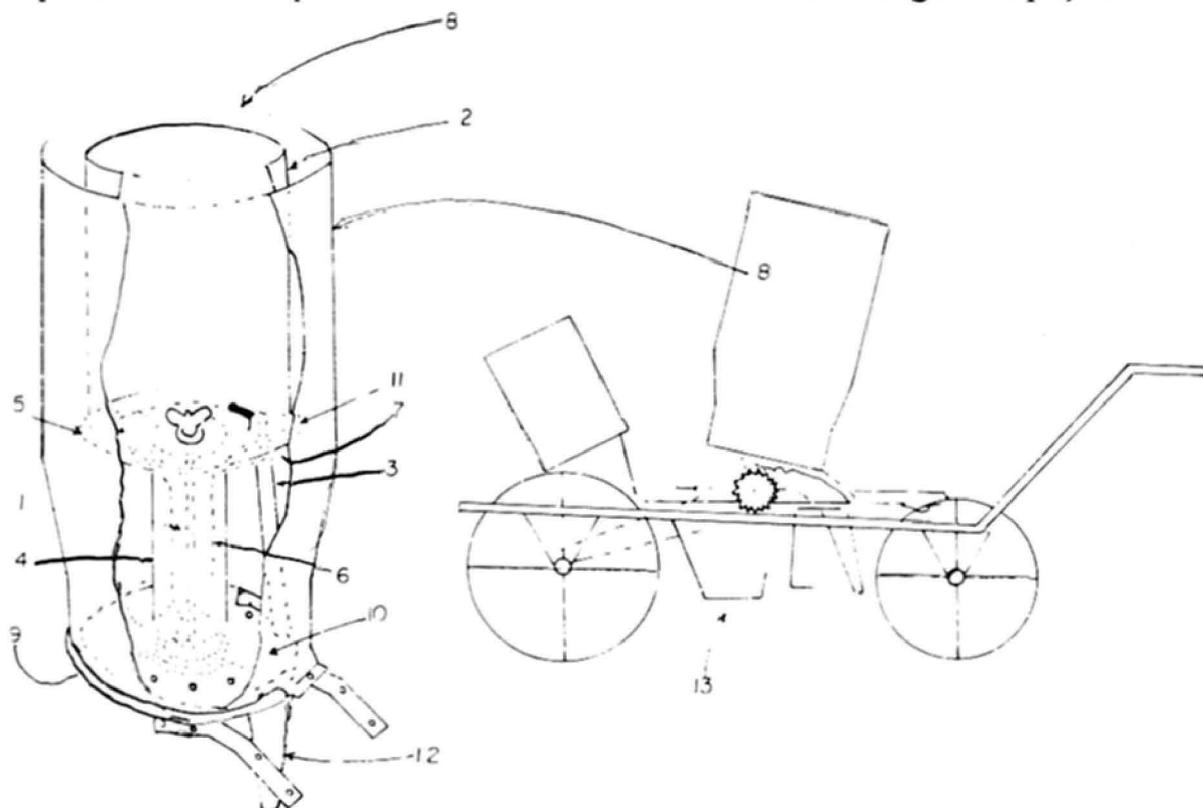


FIGURA 1. Detalhe do dispositivo utilizado para plantio simultâneo de milho e feijão consorciados.

- 1- Parafuso comprido, colocado dentro do eixo principal, servindo para prender os dois compartimentos de sementes (um de milho e outro de feijão);
- 2- Tubo de PVC que serve como depósito de sementes de feijão. Esse depósito é apoiado sobre outro tubo de PVC. Uma braçadeira de torque, fixada no depósito de sementes de milho, impede a rotação do depósito de sementes de feijão;
- 3- Tubo de queda de sementes de feijão;
- 4- Tubo de PVC que serve como base de apoio para os mecanismos de distribuição de feijão;
- 5- Base ou fundo para o mecanismo de distribuição das sementes de feijão;
- 6- Eixo principal que transmite o torque para o mecanismo de distribuição de feijão.

- 7- Fundo do depósito das sementes de feijão;
- 8- Depósito de sementes de milho;
- 9- Fundo do depósito das sementes de milho;
- 10- Mecanismo de distribuição do milho e peças associadas. Essa peça é idêntica à da plantadeira original, exceto por conter um furo que permite a passagem do tubo da queda das sementes de feijão;
- 11- Mecanismo de distribuição das sementes de feijão e peças associadas;
- 12- Tubo de queda das sementes de milho e feijão;

A Figura 2 mostra um corte longitudinal do dispositivo para a semeadura simultânea do milho e feijão consorciados.

Os detalhes de montagem e funcionamento da plantadeira estão na Circular Técnica nº 7, editada pela EMBRAPA/CNPMS.

Essa plantadeira também pode ser usada no plantio solteiro do milho ou do feijão; por isso, pode ser utilizada em outros arranjos de consórcio das culturas, mencionados anteriormente.

No consórcio de substituição, em que o feijão é semeado nas entrelinhas do milho após a sua maturação fisiológica, a época de plantio varia de fevereiro a março, dependendo da época de plantio do milho. Nesse sistema, não há efeito da concorrência do milho sobre o feijão com relação à água e aos nutrientes, restando apenas a luz, que não é o único fator limitante para que o feijoeiro possa atingir a sua máxima produtividade. Trabalho realizado no CNPMS (Tabela 4) mostrou que, embora a intensidade luminosa no feijoeiro fosse maior no monocultivo, não se verificaram diferenças entre as produtividades, quando comparado com o consórcio (cultivo de substituição).

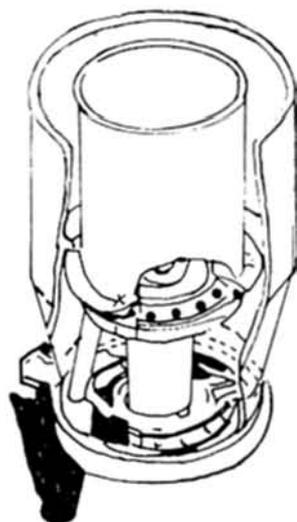


FIGURA 2. Dispositivo para a semeadura simultânea de milho e feijão consorciados (corte longitudinal).

TABELA 4. Produtividades médias de milho e feijão consorciados e porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa, em função da densidade de plantio e níveis de desfolha do milho. Sete Lagoas, MG, 1989/90 e 1991/92.

Densidade de plantio	Nível de desfolha	Produção (kg/ha) ¹		Radiação fotossinteticamente ativa (%)
		milho	feijão	
20	Com folha	4.597	1.109	62,09
	Sem folha	4.570	1.252	94,02
40	Com folha	5.287	1.013	40,09
	Sem folha	5.326	1.217	85,1
60	Com folha	5.742	958	30,7
	Sem folha	5.575	1.106	88,6
Média geral do consórcio		5.182	1.109	67,1
Monocultivo de feijão			1.047	98,8

¹Dados em fase de publicação

Alguns produtores têm obtido maiores rendimentos com o feijão no consórcio de substituição do que em monocultivo plantando na mesma época. Isso é devido às condições criadas pelas plantas de milho já secas, condicionando maior teor de umidade e menor temperatura no solo (Vieira 1985).

É comum, entre os produtores, o hábito de dobrar o milho, com o objetivo de fazer chegar até o feijão a luz que, para eles, seria a causa da baixa produtividade da leguminosa semeada no consórcio de substituição. No entanto, o efeito benéfico de se dobrar ou não o milho não é consistente, variando de acordo com a cultivar. (Tabela 5).

TABELA 5. Produtividade média de feijão, em função do dobramento ou não do milho em sistema consorciado. Patos de Minas, MG, dados médios de três anos (1982/84).

Cultivar de milho	Tratamentos	Produção (kg/ha)	Relação (%)
Cargill 111	Não dobrado	900	100
	Dobrado	891	99
	Média	895	-
CMS 19	Não dobrado	950	100
	Dobrado	1.060	112
	Média	1.005	
Média do Consórcio		950	
Média monocultivo do feijão		1.588	

Fonte: Pereira Filho & Ramalho (1985).

Há vantagens e desvantagens nas várias épocas de plantios apresentadas. A semeadura antecipada do feijão prejudica a produção do milho e a realização dos tratos culturais. Isso ocorre em razão da maior competição exercida pelo feijão sobre o milho. Por outro lado, o plantio simultâneo na mesma linha do milho apresenta a vantagem do melhor aproveitamento de fertilizantes e maior facilidade dos tratos culturais, mas tem como desvantagem a forte competição exercida pelo milho, reduzindo em 50% ou mais o rendimento do feijão. No consórcio por substituição, quando o feijão é semeado após a maturação fisiológica do milho, basicamente não há queda na produção desta cultura e o feijão, semeado com uma densidade igual à recomendada para o monocultivo, produz mais que no sistema simultâneo, pela existência da concorrência inter - específica, embora a incidência de luz no feijoeiro possa ser prejudicada pela presença das plantas de milho. Esse cultivo de feijão pode

sofrer problemas de déficit hídrico, por ser plantado no final do período chuvoso. Por essa razão, é realizado apenas em regiões onde o período chuvoso se prolonga por mais tempo.

6. CULTIVARES DE MILHO E FEIJÃO PARA O CONSÓRCIO

Inúmeros trabalhos conduzidos no passado, nos quais se utilizaram vários tipos de milho no consórcio com o feijão, mostraram comportamento semelhante da leguminosa, quanto à produção de grãos, frente aos diferentes milhos utilizados. Entretanto, cultivares de milho mais modernas, com as folhas eretas, têm proporcionado pouco benefício ao feijoeiro. Nos últimos anos, os programas de melhoramento de milho têm enfatizado a produção de cultivares mais prolíficas, ou seja, com a habilidade de produzir menor porcentagem de plantas sem espigas ou de produzir maior número de espigas por planta. Com a utilização dessas cultivares no consórcio, o feijoeiro será favorecido, uma vez que é possível reduzir a densidade de plantio do milho, o que seria compensado pelo aumento do número de espigas por planta.

Diferentes cultivares de feijão também foram avaliadas e não mostraram diferenças de produtividade quando semeadas nos sistemas de monocultivo ou de consórcio. Diante disso, não há cultivar de feijão mais ou menos apropriada para as condições de consórcio. Normalmente, deve-se utilizar cultivares de feijão que melhor se adaptem à região, mesmo em condições de cultivo solteiro.

7. PREPARO DO SOLO

Para se obter boa germinação e bom controle inicial de plantas daninhas, deve-se fazer um bom preparo do solo, independentemente da forma de sistema de cultivo. No consórcio por substituição, o preparo do solo para o milho semeado em outubro ou novembro é o mesmo recomendado para as condições de monocultivo. Entretanto, para o feijão, deve-se realizar apenas uma limpeza da área. Porém, o sucesso dessa operação depende de algumas precauções antes da semeadura do milho e durante o seu desenvolvimento, tais como: utilizar uma cultivar de milho de menor porte, tolerante ao acamamento e ao quebramento das plantas, que podem prejudicar a limpeza e a semeadura do feijão, e manter a cultura limpa, livre de plantas daninhas. Após esses cuidados, a limpeza da área poderá ser realizada com enxada ou com o cultivador com três enxadas, do tipo “asas de andorinha”, que permite realizar um cultivo mais superficial. Quando o mato estiver entre as plantas de milho, fazer repasse com o auxílio de enxada.

8. ARRANJOS DE PLANTAS, DENSIDADES DE PLANTIO E ESPAÇAMENTOS

Diversos arranjos espaciais das plantas de milho e feijão foram estudados por muitos autores, que mostraram não haver superioridade deles, quanto à eficiência do consórcio, sobre os sistemas tradicionais comumente empregados pelos agricultores. Muitos dos arranjos estudados são de complicada instalação e, por isso, de difícil adoção pelos pequenos agricultores, adeptos do sistema de consórcio.

Normalmente se busca, nos arranjos, uma melhor distribuição das plantas constituintes do sistema, com o objetivo de minimizar a competição entre elas. A densidade de plantas, o espaçamento e o número de linhas de milho e de feijão são fatores que compõem um arranjo em consórcio.

A Figura 3 mostra os principais exemplos de tipos de arranjos no consórcio milho-feijão:

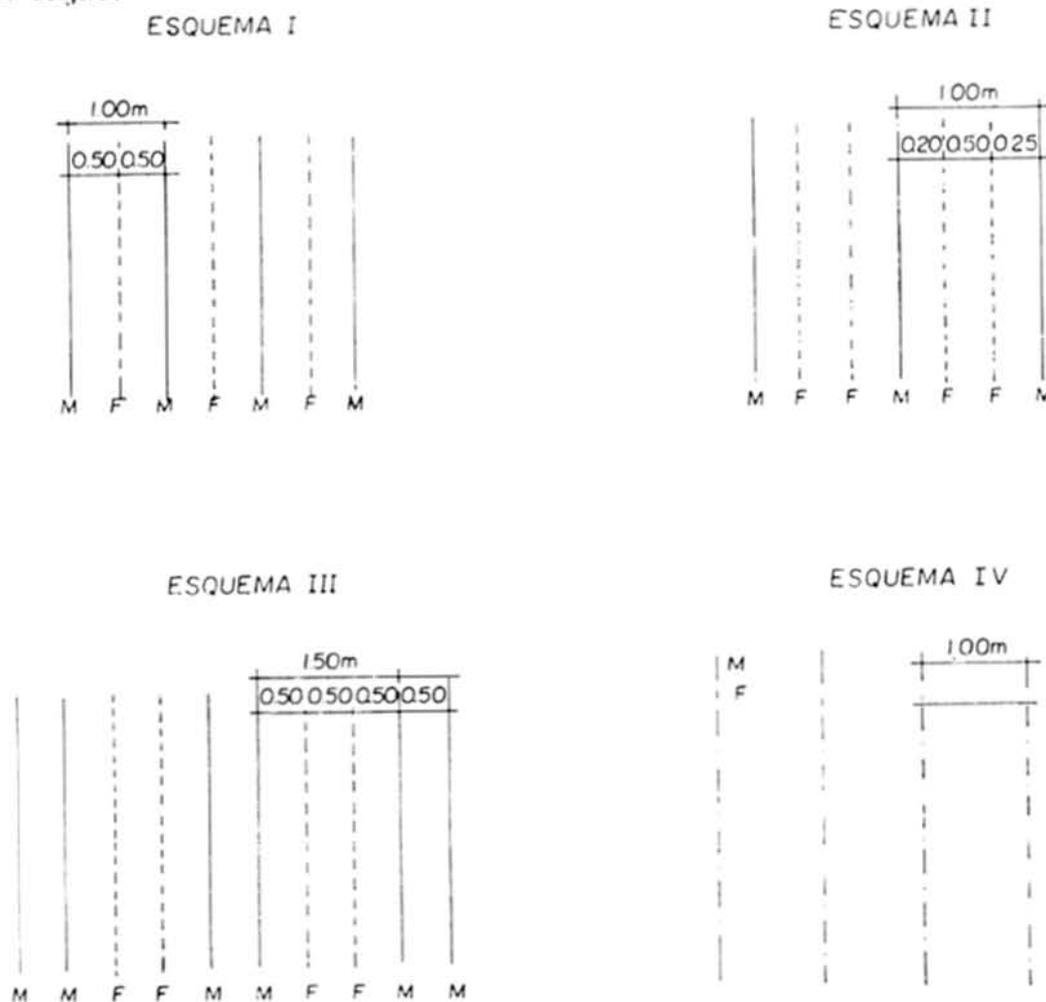


FIGURA 3. Esquemas de consórcio milho - feijão mais comumente usados pelos agricultores.

- Esquema 1- 1M: 1F (1 fileira de milho para 1 fileira de feijão);
- Esquema 2- 1M: 2F (1 fileira de milho para 2 fileiras de feijão);
- Esquema 3- 2M: 2F (2 fileiras de milho para 2 fileiras de feijão, que também pode ser denominado cultivo consorciado em faixas);
- Esquema 4 - milho e feijão semeados na mesma linha, aplicado somente no cultivo simultâneo

Com relação à densidade de plantio no consórcio, inúmeros trabalhos têm mostrado um aumento na produção do feijão e uma redução na produção do milho com a diminuição da densidade de plantio da gramínea (Figura 4).

Por essa razão, a densidade de plantio do milho nunca deve ultrapassar 40.000 plantas/ha. Esta densidade deve ser reduzida quando houver interesse em obter maiores produtividades do feijão consorciado, como evidenciado na Tabela 6.

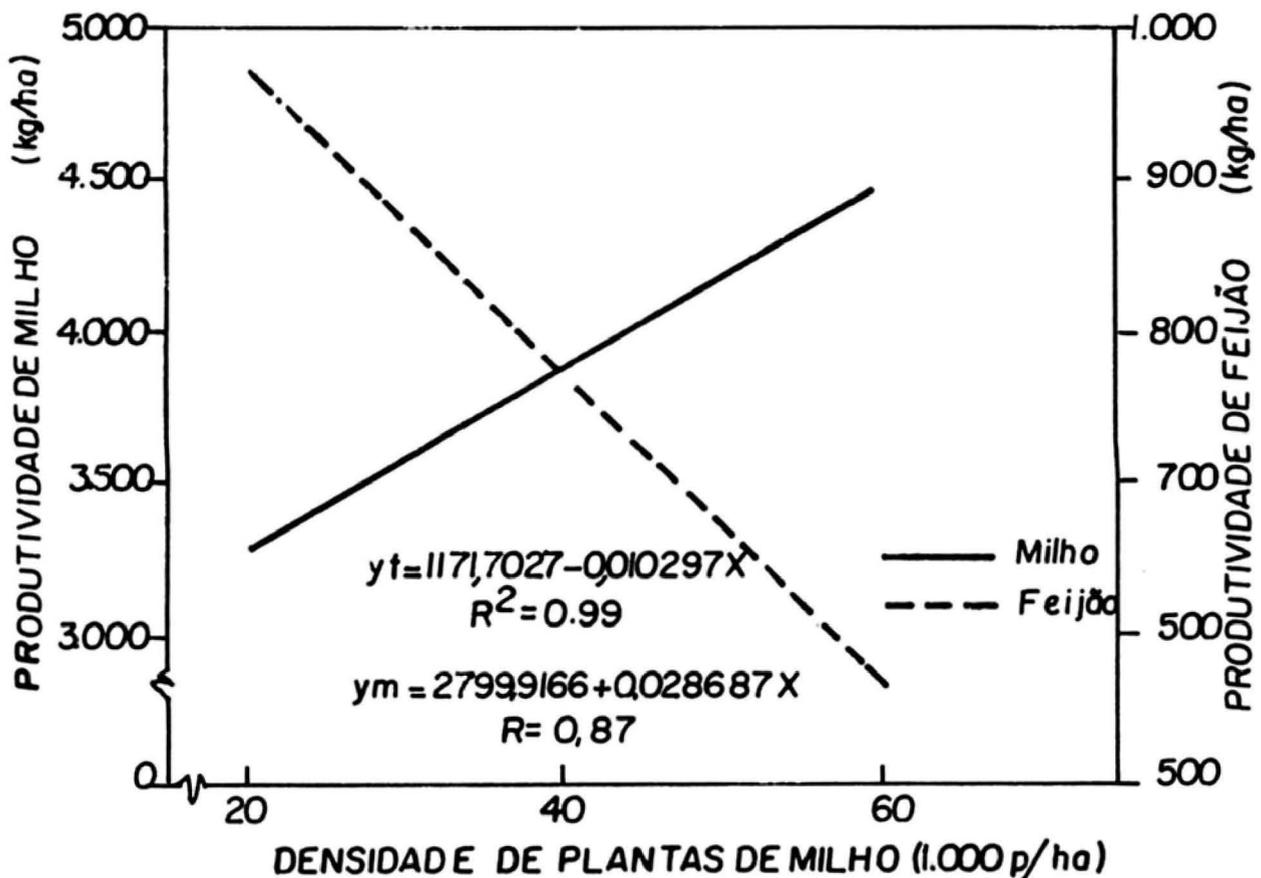


FIGURA 4. Produtividade de grãos de milho e feijão em função da densidade de plantas (Pereira Filho et al. 1991).

TABELA 6. Rendimentos médios de milho e feijão e produção equivalente de milho, em função de diferentes densidades de plantio.

Densidade do milho (1.000 plantas/ha)	Produção (kg/ha)			Produção equivalente (kg/ha de milho)
	milho solteiro	milho consorciado	feijão consorciado	
20	3.665	3.132	957	7.445
40	4.806	3.584	775	7.071
60	4.809	3.884	546	6.442

*Produção equivalente = Produção de milho + 4,5 vezes a produção do feijão

Fonte: Pereira Filho et al. (1991)

Quando o feijão é semeado na linha do milho, devem ser colocadas de 12 a 16 sementes por metro, para se obter uma densidade final de 100.000 a 120.000 plantas/ha (EMBRAPA 1982).

Diversas pesquisas mostraram que, em condições normais, as densidades de 40.000 plantas de milho/ha e de 100.000 a 120.000 de feijão/ha, por ocasião da colheita, têm proporcionado os melhores rendimentos no consórcio.

Para compensar perdas causadas pelo ataque de pragas e doenças do solo e problemas na germinação e emergência das plântulas, é aconselhável o uso de cerca de 25% a mais de sementes (tanto de milho quanto de feijão) no plantio, para se obter a densidade desejada.

No consórcio por substituição, em que o feijão é semeado no período da seca, nas entrelinhas do milho, a densidade de ambas as culturas pode ser aumentada, atingindo a recomendada para os monocultivos. Para o milho, a densidade média é em torno de 50.000 plantas/ha e, para o feijão, de 240.000 plantas/ha.

Contrariamente ao que se imaginava, resultados experimentais demonstraram que não há necessidade de se aumentar o espaçamento do milho além de 1,0 m, para beneficiar o feijão, conforme é mostrado na Tabela 7. Esses resultados refletem a adaptação do feijoeiro às condições de consórcio, atribuída ao seu baixo ponto de saturação luminosa (definido como a densidade do fluxo luminoso acima do qual não ocorre aumento na taxa fotossintética), que é de aproximadamente 1/3 da luz solar máxima -30 a 40 Klux (Vieira 1985).

TABELA 7. Rendimento médio de feijão (kg/ha) com diferentes espaçamentos de milho, em vários locais do Estado de Minas Gerais.

Espaçamentos de milho	Cultivares de feijão	Locais				
		Ponte Nova*	Coimbra*	Patos de Minas*	Sete Lagoas**	Caldas**
1.0	Negrilo 897	948	742	422	757	212
	Carioca	1527	318	555	692	228
	Diacol Calima	1254	467	423	457	382
Média	Negrilo 897	1243	509	467	636	474
	Carioca	874	616	367	674	995
	Diacol Calima	1357	158	499	616	264
1.5	Negrilo 897	1000	417	325	564	424
	Carioca	1077	397	397	618	561
	Diacol Calima	1014	642	356	666	975
Média	Negrilo	1024	105	282	578	202
	Carioca	681	324	452	552	599
	Diacol Calima	906	357	363	599	592
Média						

* Produção do feijão da seca

**Produção do feijão das águas

Fonte: Chagas et al. (1983)

9. ADUBAÇÃO NO CONSÓRCIO MILHO-FEIJÃO

O estabelecimento de uma adubação adequada para o consórcio é muito difícil, devido à diferença das exigências nutricionais e da competição inter-específica. Pesquisas a respeito do assunto são escassas e pouco conclusivas. Entretanto, ao que parece, a utilização de maior quantidade de fertilizante estimula o maior desenvolvimento do milho, aumentando sua ação competitiva sobre o feijoeiro.

Estudos feitos com doses diferentes de nitrogênio e fósforo (Tabela 8) mostraram que o milho respondeu mais intensamente à adubação que o feijoeiro. Contudo, a eficiência do consórcio foi maior com doses mais elevadas dos fertilizantes.

TABELA 8. Rendimento médio de grãos, em kg/ha, de milho e feijão consorciados, nas presenças de diferentes doses de nitrogênio e fósforo. Média de dois locais.

Níveis de fertilizantes (kg/ha)		Produção (kg/ha)				
Nitrogênio	Fósforo	Milho	%	Feijão	%	Pem*
0	75	2.957	100	214	100	3.920
75	150	7.092	239	460	214	9.162
	300	8.867	300	466	217	10.964

*Produção equivalente de milho obtida pela soma da produção do milho mais o produto de 4,5 vezes a produção do feijão.

Fonte: Santa Cecília et al. (1982).

O ideal seria que as culturas participantes do consórcio recebessem adubação de manutenção e a de cobertura, indicadas para os cultivos solteiros. Deve-se ter o cuidado de antecipar a adubação nitrogenada por 15 dias, aproximadamente, em relação à do cultivo solteiro do milho, que é feita mais ou menos aos 45 dias, para não prejudicar o feijoeiro em plena floração. A adubação em cobertura poderá ser realizada manualmente ou com a ajuda de implementos leves, como o carrinho para adubação ou outros implementos de tração animal ou com trator.

Quando, no consórcio simultâneo, o milho e o feijão são plantados em linhas diferentes, é aconselhável dividir a adubação fosfatada, de modo que tanto as linhas de feijão quanto as de milho recebam adubo. Tal recomendação apoia-se nos dados da Tabela 9.

TABELA 9. Produção de grãos de milho, feijão e produção equivalente*, em função do modo de distribuição do adubo fosfatado. Resultados de três anos. CNPMS, Sete Lagoas, MG.

Modo de distribuição	Produção de grãos (kg/ha)								
	1982/83		1983/84		1984/85				
	Milho	Feijão	PEm	Milho	Feijão	PEm			
todo no milho	5.460	390	7.215	4.707	354	6.300	5.018	372	6.693
¾ M + ¼ F	5.332	499	7.577	4.415	510	6.710	4.550	515	6.867
¼ M + ¾ F	5.128	520	7.468	4.606	618	7.387	3.302	744	6.650
todo no feijão	4.726	707	7.907	3.728	812	7.382	2.386	953	6.674

*Produção equivalente (PEm), igual à produção de milho, + 4,5 vezes a produção de feijão, em kg/ha.
 Fonte: Cruz et al. (1984).

10. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas deve ser preventivo, procurando manter as culturas limpas durante os primeiros 40 a 50 dias. A partir daí, não é aconselhável o cultivo, porque o feijão já iniciou o florescimento, podendo ocorrer a queda das suas flores e danos ao sistema radicular das duas culturas. Além disso, o próprio desenvolvimento das culturas, especialmente do milho, impedirá o aparecimento do mato, pela redução da luminosidade nas entrelinhas. Estudos realizados para estabelecer o período crítico de competição das plantas no consórcio, em Sete Lagoas, MG (Tabela 10), mostraram a necessidade de se manterem limpas as culturas durante os 30 a 50 dias após a emergência.

A avaliação de diferentes métodos de controle de plantas daninhas (Tabela 11) mostrou bom resultado do controle com enxada, ferramenta que causa menor dano ao sistema radicular das plantas consorciadas, em razão de sua ação restringir-se às camadas superficiais do solo. Com relação ao uso do cultivador, é prudente procurar o tipo de enxada mais adequado, de acordo com o desenvolvimento das culturas. Aconselha-se usar, na primeira capina, a enxada denominada "picão", que corta mais fundo, mas não danifica o sistema radicular ainda pouco desenvolvido. Entretanto, num segundo cultivo, utilizar uma enxada que corte mais raso, como a "asa de andorinha", com o objetivo de evitar danos aos sistemas radiculares do milho e do feijão.

TABELA 10. Rendimentos médios de milho (M) e feijão (F) em cultivo simultâneo na mesma linha, submetidos a diferentes períodos de controle das plantas daninhas.

Período de controle de plantas daninhas	Rendimento (kg/ha)					
	1981/82		1982/83		Média	
	M	F	M	F	M	F
Sem controle durante todo o ciclo	1.127	25	4.109	258	2.618	142
Sem controle até 50 dias	2.158	190	4.198	326	3.178	258
Sem controle até 30 dias	4.456	328	5.220	394	4.838	388
Com controle até 30 dias	3.961	277	5.004	422	4.482	350
Com controle até 50 dias	6.584	502	4.979	443	5.781	473
Com controle durante todo o ciclo	5.733	632	5.193	344	5.473	514

Fonte: Ramalho et al. (1984)

TABELA 11. Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas no consórcio milho-feijão. Sete Lagoas, MG, 1984

Métodos de controle	Produção (kg/ha)	
	Milho	Feijão
Sem controle do mato	2.103	85
Controle com enxada	3.941	204
Controle com cultivador (tração animal)	3.790	171
Controle com herbicida (pulverizador em tração animal)	4.281	172

Fonte: Cruz et al. (1984)

Com relação ao consórcio por substituição, é necessário realizar um cultivo um pouco antes do início do florescimento do milho, para que, por ocasião da semeadura do feijão, haja poucas plantas daninhas na área, o que facilitará o preparo do solo, o qual poderá ser feito com um cultivador de tração animal. O controle do mato, nesse sistema, geralmente é feito com enxada, porque o feijoeiro ocupa todo o espaço das entrelinhas do milho, tornando impossível o uso do cultivador.

O uso de herbicida nas culturas do milho e do feijão em monocultivo é generalizado, mas no sistema consorciado poucos foram os estudos feitos. Embora seja uma tecnologia mais cara, e o pequeno produtor, responsável pela maior parte do plantio do consórcio, seja bastante descapitalizado, em certos casos tem havido interesse pelo uso de herbicida, principalmente por causa da escassez de mão-de-obra em algumas regiões.

Alguns trabalhos de pesquisa mostram ser viável o controle químico de plantas daninhas no consórcio (Ronzelli Jr. 1980; Machado 1984). Dados dos trabalhos acerca do assunto nem sempre foram concordantes, devido a variações do ecossistema do consórcio, o que, de certa forma influencia a densidade de plantas daninhas, que, por sua vez, irá influenciar também as doses e épocas de aplicação dos herbicidas

11. PRAGAS E DOENÇAS NO CONSÓRCIO MILHO - FEIJÃO

Inúmeras pragas podem ocorrer tanto na cultura do milho como na do feijão. Entretanto, a literatura mostra vários exemplos em que o ataque de pragas é menor no sistema consorciado. Com base nesses dados, vários autores afirmam que

o gasto com inseticidas no consórcio é menor que no monocultivo, mas isso é variável, uma vez que a menor ou maior infestação de pragas no sistema depende mais das condições climáticas, resultantes das épocas de plantio das culturas.

Uma revisão de literatura feita por Risch et al. (1983) mostrou que, de 198 espécies de insetos que atacam as plantas cultivadas, 53% da população era pouco abundante nos sistemas de cultivos mais diversificados, 18% tiveram presença pouco marcante, 9% mostraram-se indiferente ao meio e 20% tiveram comportamento o mais diversificado possível. Outros autores, tanto estrangeiros como brasileiros, verificam que o milho consorciado com outras culturas que não o feijão também se mostrou menos atacado por insetos quando comparado com o monocultivo. No CIAT (1978), foi verificado que, no milho cultivado em consórcio, a incidência de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi cerca de 14% menor, quando comparado com o cultivo isolado.

Capineira et al. (1985) verificaram que, à medida que se eleva a relação entre o número de fileiras de milho-doce e feijão de 1:1 para 16:16, portanto, se aproximando dos monocultivos, houve um aumento na incidência de insetos no milho, que resultou numa redução no peso médio das espigas (Figura 5). Já o feijão apresentou resultado contrário, com rendimento inferior nos tratamentos com menor proporção de linhas de milho.

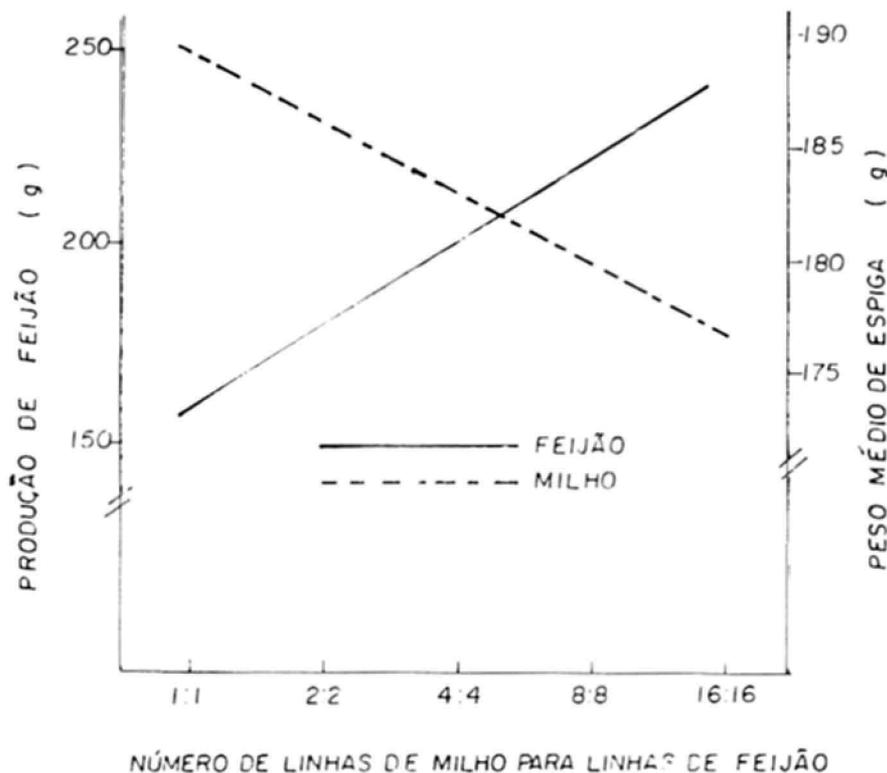


FIGURA 5. Influência do número de linhas de milho e feijão sobre o rendimento dessas culturas em consórcio. Adaptado de Capineira et al. (1985).

Trabalhos conduzidos no Paraná mostraram o efeito benéfico do sistema de cultivo de feijão consorciado com milho em relação à redução de pragas (Figura 6) como vaquinha, cigarrinha-verde, mosca branca e ácaro-vermelho (Carvalho et al. 1986).

Com relação a doenças, muitos trabalhos têm mostrado que seu aparecimento é menor no consórcio do que no monocultivo. No CIAT, foi observado, em ensaios de consórcio milho-feijão, que a leguminosa apresentou menor incidência de doenças do que no monocultivo. Vários outros autores verificaram o mesmo; entretanto, alertam que a época de semeadura de uma das culturas pode influenciar o aparecimento das doenças.

Para melhor controle de doenças, o agricultor deve utilizar métodos culturais, como a rotação de culturas, ou evitar o uso da mesma área de plantio sucessivamente e utilizar sementes sadias, dentre outras medidas.

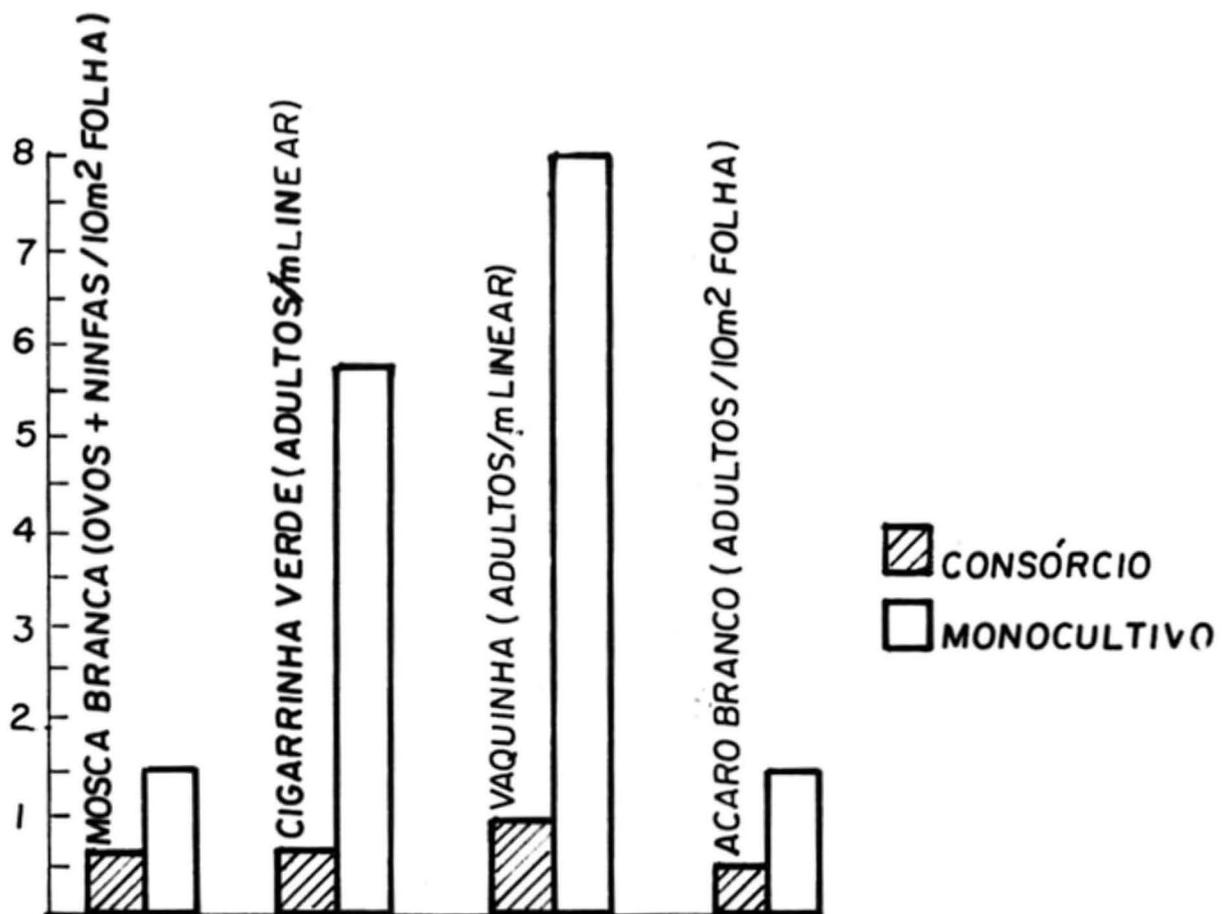


FIGURA 6. Ocorrência de diversas pragas em feijoeiro consorciado com milho e em monocultivo. Londrina, PR (Adaptado de Carvalho et al. 1986).

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, G.A.A. de.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F.; GALVÃO, J.D. Produção e componentes da produção em sistemas de cultivos associados e exclusivos de milho e feijão. *Revista Ceres*. v. 33, n. 190, p. 469 - 478, 1986.
- CAPINEIRA, J.L.; WEISSLING, I.J.; SCHWEIZER, E.E. Compatibility of intercropping with mechanized agriculture effect of strip intercropping of Pinto beans and sweet corn on insect abundance in Colorado. *Journal of Economic Entomology*, v. 78, p. 354 - 357, 1987.
- CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N.; GALVÃO, J.A.; SEDIYAMA, C.S.; LOPES, N.F. Produção de grãos e outras características agrônômicas de milho e feijão em dois sistemas de associação. *Revista Ceres*, v. 33, n. 190, p. 506 - 515, 1986.
- CARVALHO, S.M.; CARVALHO, A.O.R.; BIANCHINI, A. Efeito de diversos sistemas de consórcio na ocorrência de pragas no feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., Rio de Janeiro, 1986. **Resumos ...** Rio de Janeiro: SEB, 1986 p. 38.
- CHAGAS, J.M.; ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C. O consórcio de culturas e razões de sua utilização. *Informe Agropecuário*, v.10, n. 118, p. 10 - 12, 1984.
- CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C.; RAMALHO, M.A.P.; PEREIRA FILHO, I.A. Efeito dos intervalos entre fileiras de milho sobre consórcio com a cultura do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.18, n.18, p. 879 - 885, 1983.
- CIAT INFORME ANUAL 1977. Cali, 1978.
- CRUZ, J.C.; CORREA, L.A.; RAMALHO, M.A.P.; SILVA, A.F. & OLIVEIRA, A.C. Avaliação de cultivares de milho associado com feijão. *Pesquisa agropecuária brasileira*. v. 19, n. 2, p. 163 - 168, 1984.
- EMBRAPA.. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG.) **Plano Diretor da EMBRAPA (PDE)**. Sete Lagoas, 1987. 52p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. (Sete Lagoas, MG.) **Mecanização do plantio simultâneo de milho e feijão consorciados**. Sete Lagoas, 1982. 21P. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 7).
- FLESH, R.D. Sistemas de produção na cultura do feijão em consórcio. Chapecó: EMPASC/CPMP., 1988. 8 p.
- FONTANA NETO, F.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A. Cultura associada de feijão e milho. VIII - Efeitos da altura e da população de plantas de milho. *Revista Ceres* v. 31, n. 178, p. 489 - 501, 1984.

- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Instituto Brasileiro de Economia. Divisão de Estatística e Econometria. Centro de Estudos Agrícolas. Preços recebidos pelos agricultores. Rio de Janeiro, 1974. 99p.
- GERALDI, I.D. **Métodos de análise estatística para combinação de cultivares em consórcio**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983. 120p. Tese Doutorado
- MACHADO, S.L. de O. Seletividade e controle químico das plantas daninhas na cultura consorciada de milho com feijão. Viçosa: UFV. 1984. Tese Mestrado
- MAGALHÃES, P.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RAMALHO, M.A.P. Competição de plantas de milho e feijão consorciadas através do isolamento com tubos de PVC. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO 19., Porto Alegre, RS, 1992. **RESUMOS**: Porto Alegre: SAA, 1992. 175 p.
- OLIVEIRA, L.A.A. de; GALVÃO, J.D.; FONTES, L.A.N.; CONDE, A.R. Adubação em três sistemas de associação de milho com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Revista Ceres**, v. 30, n. 17, p. 375 - 387, 1983.
- PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; RAMALHO, M.A.P. Produtividade e índice de espiga de três cultivares de milho em sistema de consórcio com o feijão comum. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 26, n.5, p. 745 - 751, 1991.
- PEREIRA FILHO, I.A., RAMALHO, M.A.P. Efeito do dobramento do milho na produção do feijão consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.11, p. 1279 - 1288, 1985.
- PORTES, T.A. de. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho x feijão. **Informe Agropecuário**, v. 10, n.118, p. 30 - 34, 1984.
- RAMALHO, M.A.P., COELHO, A.M. Consórcio de milho verde com feijão na entressafra. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 118, p. 26 - 29, 1984.
- RAMALHO, M.A.P.; CRUZ, J.C. Mecanização de cultura consorciada de milho com feijão. **Informe Agropecuário**, v.10, n.118, p.19 - 24, 1984.
- RAMALHO, M.A.P.; CRUZ, J.C., PASSINI, T. Competição de plantas daninhas nas culturas de milho e feijão consorciadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, Belo Horizonte, MG. 1986. **Resumos...** Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1986. p. 22.
- 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.; 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.; PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Culturas consorciadas com o milho. **Informe Agropecuário**, v. 14, n. 164, p. 34 - 38, 1990.
- REIS, N.P.; RAMALHO, M.A.P. & CRUZ, J.C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n. 5, p. 575 - 584, 1985.
- RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. **Environmental Entomology**. v. 12, 9. 625 - 629, 1983.
- RONZELLI JÚNIOR, P. **Comparação de herbicidas na cultura consorciada de milho (*Zea mays* L.) com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Viçosa: UFV, 1980 45p. Tese de Mestrado.
- SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; GARCIA, J.C. Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada na consorciação milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 9, p. 1285 - 1291, 1982..
- VIEIRA, C.; RAMALHO, M.A.P. CHAGAS, J.M. Milho e feijão em cultivo consorciado. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 90, p. 13 - 15, 1982.
- VIEIRA, C. Índice de equivalência de área. **Informe Agropecuário**. v. 10, n. 118, p. 12 - 13, 1984.
- VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados.** Viçosa: UFV, 1985. 134p.