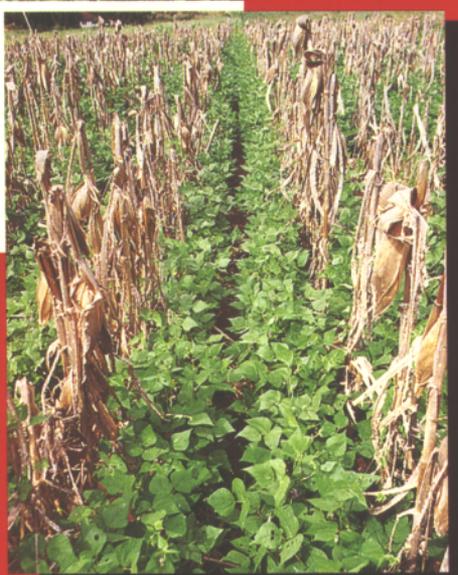


Tomás de Aquino Portes

PRODUÇÃO DE FEIJÃO NOS SISTEMAS CONSORCIADOS



Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

PRODUÇÃO DE FEIJÃO NOS SISTEMAS CONSORCIADOS

Tomás de Aquino Portes

Embrapa-CNPAF
Área de Publicações e Audiovisuais
Goiânia, GO
1996

Embrapa-CNPAF. Documentos, 71.

Comitê de Publicações

Luis Fernando Stone (Presidente)

Abelardo Díaz Cánovas

Álvaro Eleutério da Silva

Ricardo Silva Araujo

Luiz Roberto Rocha da Silva (Secretário)

Editoração

Marco Aurélio da Rocha Melo

Digitação

Luiz Roberto Rocha da Silva

Sinábio de Sena Ferreira

Programação Visual

Sebastião José de Araújo

Normalização Bibliográfica

Marina Biava

Tiragem: 2.000 exemplares

PORTES, T. de A. **Produção de feijão nos sistemas consorciados.**

Goiânia: Embrapa-CNPAF-APA, 1996.

50p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 71).

ISSN 0101-9716

1. Feijão - Consórcio. 2. Feijão - Produção. I. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). II. Título. III. Série.

CDD 635.652

© Embrapa, 1996

APRESENTAÇÃO

A partir de 1970, a agricultura brasileira passou por profundas mudanças, não só técnicas, mas estruturais e sociais. Uma multiplicidade de técnicas modernas, de mecanização, de manejo, novas variedades e/ou híbridos, etc., favoreceram a eficiência e, em conseqüência, a produtividade. Simultaneamente, o êxodo rural forçou a reestruturação dos sistemas de produção. Produtores que dependiam de mão-de-obra farta foram obrigados a modernizar suas atividades, mecanizando-as. As mudanças sociais aconteceram, também, como conseqüência do êxodo rural. As cidades cresceram muito além do planejado, forçando uma maior eficiência no campo, em razão da necessidade de se produzir mais com menos mão-de-obra.

Se tais mudanças foram benéficas ou não é um tema controvertido. Apesar de todas essas transformações experimentadas pelo meio rural, técnicas aparentemente rústicas continuam sendo utilizadas, em especial por pequenos produtores, sendo, muitas vezes, a razão da sua permanência no campo. Uma dessas técnicas é a consorciação de culturas, mediante a qual duas ou mais espécies são cultivadas simultaneamente numa mesma área, de onde o produtor poderá retirar mais de um produto para seu sustento e, caso haja excedente, obter uma renda extra. Como boa parte do feijão produzido no Brasil é procedente deste sistema, seu estudo deve merecer atenção especial.

Esta publicação, que vai se somar a uma série de outras já disponíveis, é um esforço nesse sentido, e nela é dado um enfoque especial à ecofisiologia do milho e do feijão em sistema consorciado, ressaltando-se os fatores que limitam os rendimentos das espécies envolvidas. De maneira sucinta, são mencionadas as técnicas de manejo, bem como outros tipos de consórcio, com ênfase especial no consórcio feijão x milho, mais praticado no Brasil.

Homero Aidar
Chefe da Embrapa-CNPAF

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. QUEM DEVE PLANTAR EM CONSÓRCIO	8
3. FATORES QUE LIMITAM OS RENDIMENTOS DAS CULTURAS EM CONSÓRCIO	9
3.1. Nutrientes minerais como fator limitante	10
3.2. Água como fator limitante	10
3.3. CO₂ e O₂ como fatores limitantes	10
3.4. Diferenças de temperatura	10
3.5. A luz como fator limitante	11
4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA PLANTA DE FEIJÃO	15
4.1. Crescimento determinado	16
4.2. Crescimento indeterminado	16
5. PROPORÇÃO DE ÁREA OCUPADA PELO MILHO E PELO FEIJÃO (OU OUTRAS CULTURAS) EM UM CONSÓRCIO	21

6. SISTEMAS DE CONSÓRCIO PRATICADOS NO BRASIL	23
6.1. Consórcio feijão x milho	23
6.1.1. Épocas de plantio	25
6.1.2. Escolha da variedade	30
6.1.3. Qualidade das sementes	31
6.1.4. Preparo do solo	31
6.1.5. Adubação	32
6.1.6. Arranjos comumente usados para as plantas de feijão e de milho no consórcio	35
6.1.7. Densidades de plantas de feijão e de milho recomendadas para o consórcio	38
6.1.8. Quantidade de sementes necessária por hectare	39
6.1.9. Quantidade de sementes a serem distribuídas por metro linear (Q/m)	40
6.1.10. Mecanização do plantio consorciado de feijão x milho	41
6.2. Consórcio feijão x café	43
6.3. Consórcio feijão x cana-de-açúcar	44
6.4. Consórcio feijão x mandioca	44
6.5. Consórcio com outras culturas	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

PRODUÇÃO DE FEIJÃO NOS SISTEMAS CONSORCIADOS

Tomás de Aquino Portes¹

1. INTRODUÇÃO

Entende-se por consorciação de culturas o sistema de cultivo em que são plantadas duas ou mais espécies numa mesma área de terreno, de modo que uma das culturas conviva com a outra, em todo ou, pelo menos, em parte do seu ciclo (Portes, 1984).

A consorciação de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com outra cultura, como milho, café, cana-de-açúcar, mamona, mandioca e outras, é uma prática muito utilizada pelos agricultores, não somente do Brasil mas, também, de outros países.

Dentre os principais fatores que determinam a utilização pelos agricultores deste sistema de produção, destacam-se: 1) redução dos riscos de perdas; 2) maior aproveitamento da área da propriedade; e 3) maior retorno econômico.

A redução dos riscos é explicada pelo fato de que duas ou mais culturas, numa mesma área, são afetadas de maneira diferente por condições adversas, como clima, ataque de pragas e doenças, etc. Dessa forma, a ocorrência de condições prejudiciais a uma cultura pode não afetar ou, até mesmo, ser benéfica à(s) outra(s).

¹ Pesquisador, Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, 74001-970 Goiânia, GO. Atualmente, Professor da Universidade Federal de Goiás (UFG).

No consórcio, há um maior aproveitamento da área pelo agricultor que, ao colocar duas culturas numa mesma área de terreno, quase sempre, aumenta a eficiência de utilização da terra, ou seja, consegue produzir uma quantidade de grãos maior do que aquela que produziria em monocultivo. Isso é muito importante para os agricultores que dispõem de pouca terra. Em trabalho realizado na Zona da Mata de Minas Gerais, região montanhosa e de pequenas propriedades, Silva et al. (1982) relataram que a eficiência de utilização da terra é o fator de maior importância para os agricultores que necessitam extrair o máximo de pequenas áreas.

Nos sistemas consorciados, é esperado um maior retorno econômico, uma vez que com pequenos acréscimos de insumos e de mão-de-obra o agricultor consegue produzir uma quantidade maior de grãos, o que se reverte em seu próprio benefício econômico.

A pesquisa com consórcio teve seu auge na década de 80. A partir de 1990, poucos trabalhos sobre cultivos consorciados foram realizados e publicados. Sobre a ecofisiologia dos cultivos consorciados, tema de especial interesse, apenas um trabalho foi encontrado (Lopes, 1988). Sobre outros assuntos, vários trabalhos foram publicados, dentre eles: Vieira (1984), Flesch (1988), Ramalho (1988), Melo et al. (1988) e Woolley & Davis (1991).

Nesta publicação, será abordada, de forma especial, a consorciação do feijão com o milho, por serem duas culturas muito importantes do ponto de vista alimentar da população e, também, as mais utilizadas nos sistemas consorciados.

2. QUEM DEVE PLANTAR EM CONSÓRCIO

O consórcio tem sido praticado apenas por pequenos e médios agricultores, cujo objetivo é produzir o seu próprio alimento e vender, caso haja, o excedente da produção. É um sistema que demanda mão-de-obra, especialmente para o arranquio do feijão. Quase sempre, o agricultor utiliza apenas a mão-de-obra familiar para conduzir este tipo de lavoura.

Cooperativas, empresas agrícolas e outras organizações, que plantam milho e dispõem de mão-de-obra abundante, podem usar uma parte da área plantada com milho para fazer o consórcio. O feijão assim produzido poderá servir aos seus próprios empregados.

Ultimamente, tem-se intensificado muito o plantio de milho irrigado, na entressafra, destinado principalmente à produção de milho verde, que tem apresentado um comportamento muito bom. Daí, considera-se oportuna a utilização do consórcio, como forma de reduzir os gastos com a lavoura. Tem-se observado que o feijão se desenvolve muito bem em consórcio com milho, nesta época de plantio. Entretanto, com base em resultados de pesquisa realizada em Sete Lagoas-MG, constatou-se que, nesta época, o milho sofre redução na produtividade que pode chegar a 20% (Ramalho & Coelho, 1984). Isso pode ser um fator de desestímulo para a consorciação, nesta época, em face do alto preço que o milho alcança quando vendido como milho verde. Os resultados da pesquisa, no entanto, não são conclusivos, carecendo de mais estudos, especialmente nas diferentes regiões onde se planta o milho de inverno. No Estado de Goiás, por exemplo, a pesquisa não tem encontrado redução significativa na produção de milho verde, devido à presença do feijão.

Para os agricultores que, tradicionalmente, plantam feijão no sistema solteiro, não se recomenda consorciá-lo com milho, pois este reduz em até 50% os rendimentos do feijão. Como o preço desta leguminosa, em épocas normais de produção, oscila entre três a quatro vezes o do milho, o lucro líquido do feijão solteiro é, quase sempre, superior ao obtido com o feijão consorciado com milho.

Aos produtores que, tradicionalmente, plantam milho na época das águas, recomenda-se o plantio do feijão consorciado com este cereal, pois esta prática sempre redundará em maior lucro. Isso ocorre porque, nessa época, a presença do feijão, raramente, reduz significativamente a produção do milho.

3. FATORES QUE LIMITAM OS RENDIMENTOS DAS CULTURAS EM CONSÓRCIO

O bom desenvolvimento das plantas requer níveis adequados de nutrientes, água, luz, gás carbônico (CO_2), oxigênio (O_2) e temperatura.

Cultivadas em consórcio, as plantas competem por um ou mais desses fatores, resultando em rendimentos sempre menores do que os obtidos em monocultivo.

Não existem na literatura resultados de pesquisa que indiquem qual o fator que mais limita os rendimentos das culturas em consorciação. Entretanto, evidências sugerem que a luz é o principal fator limitante.

3.1. Nutrientes minerais como fator limitante

Mesmo em experimentos conduzidos em solos com alta fertilidade natural ou que receberam altas doses de fertilizantes, em condições, portanto, de não limitação nutricional, os rendimentos de feijão, no consórcio, são invariavelmente menores, em torno de 50%, em relação aos rendimentos obtidos no monocultivo. No consórcio, é normal, à medida que se aumenta a disponibilidade de nutrientes, ocorrer aumento de produção para o milho, enquanto, para o feijão, registram-se incrementos de produção muito pequenos ou nulos e, não raro, redução. Tal comportamento se explica pelo fato de as plantas de milho crescerem proporcionalmente às condições de fertilidade, enquanto as plantas de feijão não crescem na mesma proporção. Com o crescimento das plantas de milho, aumenta o sombreamento sobre os feijoeiros, resultando em menor fotossíntese e, conseqüentemente, menor produção de grãos.

3.2. Água como fator limitante

A água, normalmente, está disponível adequadamente, não sendo, portanto, fator limitante. Mesmo em condições adequadas de umidade, a redução no rendimento do feijão consorciado, em relação ao feijão em monocultivo, situa-se em torno de 50%.

3.3. CO₂ e O₂ como fatores limitantes

Os ventos aceleram a difusão do CO₂ e do O₂, homogeneizando o ambiente, rapidamente, de modo que não há diferenças nas concentrações destes gases entre um plantio consorciado e um solteiro (Lemon & Wright, 1969; Allen et al., 1976).

3.4. Diferenças de temperatura

As diferenças de temperatura entre as culturas consorciadas e solteiras são insignificantes ou não existem, de maneira que fica descartado este fator como limitante dos rendimentos (Portes & Carvalho, 1983).

3.5. A luz como fator limitante

Mais de 95% da matéria seca das plantas é constituída de compostos de carbono, formados nas folhas verdes, a partir do CO₂ atmosférico, através do processo fotossintético acionado pela luz. Portanto, menos de 5% da matéria seca é originada dos elementos minerais do solo.

A fotossíntese ocorre apenas nas folhas verdes. É o processo através do qual a planta produz energia para o seu suprimento.

Por ser a luz um fator essencial na fixação do CO₂ atmosférico, deve haver uma preocupação especial no sentido de se aumentar ao máximo o seu aproveitamento. Isso é possível, incrementando-se a eficiência de sua interceptação.

A interceptação da luz depende da área foliar disponível pelas plantas. Maior área foliar significa maior interceptação e, conseqüentemente, maiores produções de massa verde e de grãos. Não somente o tamanho da área foliar, mas também a distribuição espacial das plantas na comunidade é muito importante para o aproveitamento adequado da luz solar, reduzindo-se sempre o sombreamento de uma folha pela outra. O ideal é que o máximo de folhas estejam expostas diretamente aos raios solares.

Como, aparentemente, os outros fatores mencionados não são tão importantes, no plantio simultâneo do milho e do feijão consorciados, a competição por luz parece ser o principal fator limitante dos rendimentos, em especial do feijão.

Na Figura 1, têm-se os índices de área foliar (IAF= metro quadrado de folhas por metro quadrado de terreno) do feijoeiro e do milho, nos sistemas solteiro e consorciado. No experimento que gerou os resultados apresentados na Figura 1, as fileiras de feijão encontravam-se espaçadas de 0,50 m entre si, e a 0,25 m das fileiras de milho que, por sua vez, estavam espaçadas de 1,0 m entre si (Figura 2). A densidade dos feijoeiros foi de 240.000 plantas/ha (24 plantas/m²) e a do milho de 50.000 plantas/ha (5 plantas/m²).

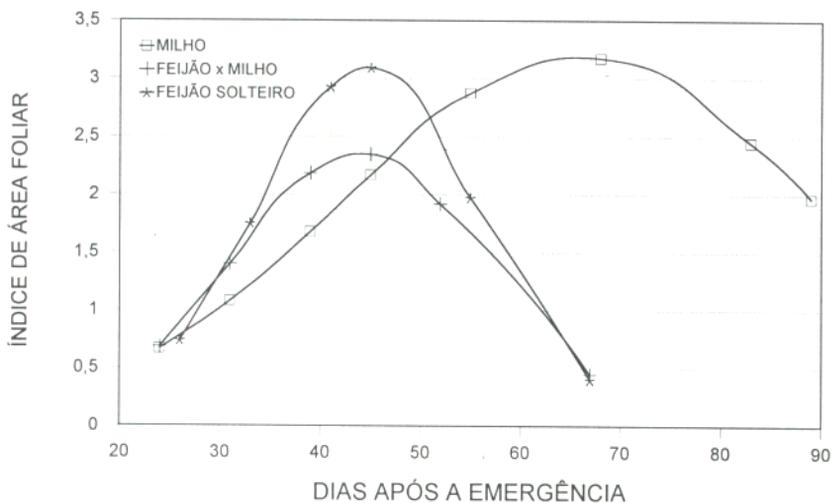


FIG. 1. Índices de área foliar (m^2 de folha/ m^2 de terreno) do feijão e do milho, solteiros e consorciados.



FIG. 2. Consórcio simultâneo de feijão e milho. Fileiras de feijão espaçadas de 0,5 m entre si e a 0,25 m das de milho. Fileiras de milho espaçadas de 1,0 m entre si. Nesta fase, o milho compete intensamente com o feijoeiro por luz (Arranjo A_2).

Até 40 dias após a emergência (DAE) das plantas, os índices de área foliar dos feijoeiros foram superiores aos do milho, uma vez que as plantas de milho não interferiram no crescimento das folhas dos feijoeiros. A partir de 40 DAE, as áreas foliares do milho ultrapassaram as dos feijoeiros consorciados, as quais entraram em queda progressiva, em relação às do solteiro. A interferência do milho, inibindo a produção de folhas novas pelos feijoeiros, resulta, inevitavelmente, na queda de produção da leguminosa. É nessa fase do ciclo dos feijoeiros que ocorrem, simultaneamente, a floração e o enchimento das vagens, resultando em grande demanda por “alimentos” (fotoassimilados) procedentes das folhas. A limitação de área foliar, no feijoeiro consorciado, resulta no suprimento inadequado dos “alimentos” de que a planta necessita e, conseqüentemente, em produção reduzida de flores, ou no seu abortamento, e no surgimento de vagens pequenas ou chochas.

Por ocasião da floração e do enchimento das vagens, o sombreamento causado pelo milho sobre os feijoeiros é intenso. Por volta do meio dia, as plantas de milho, espaçadas de 1 m entre linhas, interceptam em torno de 55% da luz solar (radiação fotossinteticamente ativa) até o nível dos feijoeiros, restando 45% da luz para a leguminosa (Figura 3), conforme Portes (1984). Com relação à quantidade de luz, este valor, restante, não é suficiente para saturar fotossinteticamente a planta (Burnside & Böhring, 1957).

Em outro experimento, desenvolvido na Embrapa-CNPAF, monitorou-se a luz durante o crescimento do milho. Observou-se que, com o crescimento do milho, houve uma redução gradual da luz transmitida (% T) através da copa (Tabela 1). De 80,9%, aos 24 DAE, T reduziu-se para 28,7% aos 56 DAE. Aos 45 DAE, T era de 52%, isto é, de 2.133 $\mu\text{moles de fótons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, que chegavam à copa do milho, apenas 1.109 $\mu\text{moles alcançavam o nível do solo, no momento em que a leitura foi feita. Com mais de 50% da luz interceptada pelo milho, aquela transmitida e disponível para o feijão, inevitavelmente, irá acarretar redução no seu rendimento.$

Simultaneamente à fotossíntese que ocorre durante o dia, sob luz, existe a respiração.

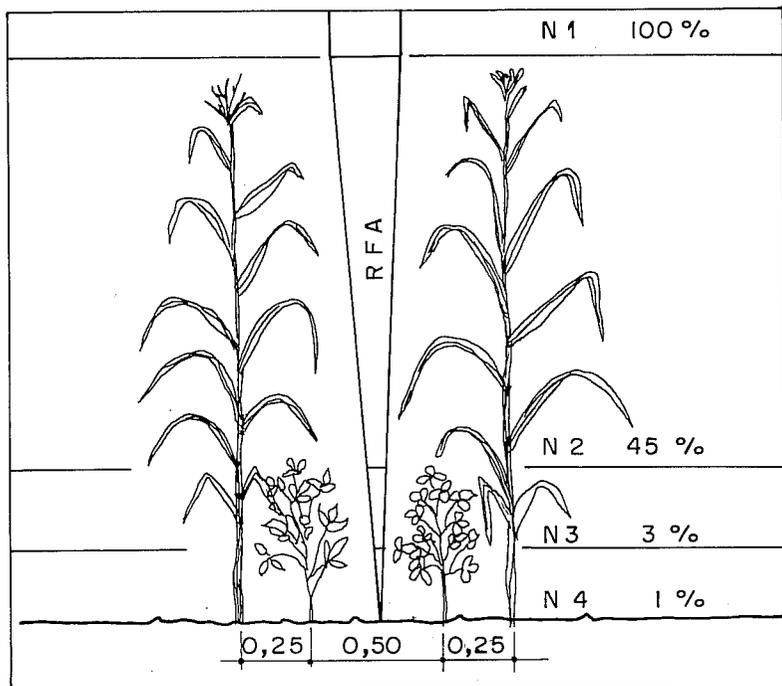


FIG. 3. Percentagens de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) que chegam a diversos extratos da copa do milho em consórcio simultâneo com feijão.

TABELA 1. Quantidade de luz ($\mu\text{moles de f\u00f3tons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) que chega ao topo da cultura de milho (I_0) e ao n\u00edvel do solo (I), raz\u00e3o (I / I_0) e porcentagens transmitida (T) e interceptada (I), em fun\u00e7\u00e3o dos dias ap\u00f3s a emerg\u00eancia (DAE).

DAE	I / I_0 ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	I / I_0	% de luz transmitida at\u00e9 o solo (T)
24	1.725/2.133	0,809	80,9
39	1.233/2.275	0,542	54,2
45	1.109/2.133	0,520	52,0
56	612/2.133	0,287	28,7

Obs.: Leituras realizadas entre 12:30 e 13:00 h.

A respiração, que ocorre em todos os órgãos da planta (folhas, raízes, caule, flores e frutos), tanto sob luz como no escuro, é o processo que consome energia na forma de carboidratos (açúcares) produzidos pela fotossíntese, transformando a energia destes açúcares em outros produtos (moléculas) com alto valor energético, que serão utilizados em vários processos de transformação nas plantas. A respiração produz, também, várias substâncias intermediárias, que irão formar importantes compostos, como aminoácidos, proteínas, gorduras, clorofila e muitos outros, além do CO_2 perdido para a atmosfera.

A fotossíntese produz os compostos energéticos (açúcares) de que a planta necessita e a respiração os consome. Assim, no final de um certo período, haverá um saldo positivo ou negativo, dependendo do processo predominante. Pode-se, então, dizer que a fotossíntese líquida (FL) é igual à fotossíntese bruta (FB) menos a respiração (R) ($\text{FL}=\text{FB}-\text{R}$).

Quando a luminosidade e outros fatores, como água e nutrientes, são adequados, a fotossíntese é alta e o saldo positivo. Mas, se a luz é insuficiente, como nas plantas muito adensadas ou no consórcio, o saldo pode ser negativo. A consequência desta situação é que os produtos da fotossíntese não suprirão a demanda da planta, resultando na redução do crescimento e do número de vagens por planta e, no caso do feijão, num menor rendimento de grãos.

A respiração é elevada nas fases de floração e de formação das vagens. Portanto, a fotossíntese, também, deve ser elevada nestas fases, para que o “saldo” seja positivo. Como a taxa de fotossíntese máxima de uma planta não ultrapassa o seu potencial genético, deve-se realizar um bom manejo, evitando-se excesso de sombreamento, para que a planta produza adequadamente.

4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA PLANTA DE FEIJÃO

As cultivares de feijão possuem certas peculiaridades morfológicas que as caracterizam como de hábito de crescimento determinado e indeterminado.

4.1. Crescimento determinado

Nas plantas de crescimento determinado, também denominado arbustivo (Figura 4a), por ocasião da floração, as gemas (ou pontos de crescimento) da haste principal e dos ramos laterais dão origem às inflorescências. A partir desta fase, as plantas cessam a produção de folhas e a maturação é uniforme. A planta adulta, em condições adequadas de solo e clima, possui entre 30 e 60 cm de altura, com cinco a nove nós na haste principal. As variedades de crescimento determinado são denominadas tipo I, pela classificação do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Como exemplos de variedades com este tipo de hábito, podem-se citar Goiano Precoce, Canário 101, Gordo e Eriparsa. Em geral, estas variedades têm ciclo curto, entre 70 e 80 dias.

4.2. Crescimento indeterminado

Nas plantas de crescimento indeterminado (Figura 4 b, c, d), as gemas ou pontos de crescimento, nas extremidades da haste principal e ramos laterais, não se diferenciam em inflorescências. As plantas continuam a crescer, mesmo após a floração. As inflorescências originam-se nas axilas dos ramos e das folhas.

As variedades de crescimento indeterminado podem, ainda, ser classificadas em tipos II, III e IV, segundo algumas características como número de nós, comprimento da haste principal, quantidade e comprimento dos ramos laterais e aptidão ou não para trepar em tutores.

As plantas tipo II (Figura 4b) são arbustivas, possuem guia curta, os ramos laterais são pouco numerosos e, geralmente, curtos. O número de nós da haste principal pode estar entre 10 e 15 e a altura da planta entre 40 e 70 cm. Em condições normais, não se prostram. São exemplos de variedades com este hábito: Rio Tibagi, Rico 23, Porrillo 70, Porrillo Sintético e CNF 10.

As cultivares do tipo III (Figura 4c) possuem guia média, com tendência a trepar em tutores. Os ramos laterais são abundantes e longos, o que dá às plantas a tendência de se prostrarem. Normalmente, o número de nós

da haste principal encontra-se entre 15 e 20 e a altura da planta entre 70 e 120 cm. São exemplos de variedades com este tipo de hábito: Carioca, IPA 1 e Aporé.

As variedades do tipo IV (Figura 4d) possuem guia longa, com forte dominância apical, são prostradas ou trepadoras, quando há tutores, com poucos ramos laterais. Normalmente, o número de nós da haste principal situa-se entre 20 e 30 e a altura da planta adulta acima de 200 cm. São exemplos de variedades com este hábito: Costa Rica 1031, Compuesto Chimaltenango II, Compuesto Chimaltenango III, Oaxaca e Preto de Cacho de Goiás.

Os tipos de crescimento I, II, III e IV são, ainda, subdivididos em subtipos IA, IB; IIA, IIB; IIIA, IIIB; IVA e IVB, de acordo com a distribuição das vagens nas plantas. São classificadas como pertencentes aos subtipos IA, IIA, IIIA e IVA as variedades com maior concentração de vagens na parte inferior da copa e aos subtipos IB, IIB, IIIB e IVB as variedades que concentram maior número de vagens na parte superior da copa das plantas.

O hábito de crescimento é essencialmente importante no momento da definição da população adequada de plantas. Há poucos estudos que relacionem os diversos tipos de hábitos de crescimento com características agrônômicas e fenológicas, como produtividade, área foliar, densidade e arranjo de plantas, entre outras.

Num estudo preliminar, foram observados os rendimentos de feijoeiros de diferentes hábitos de crescimento, quando consorciados com milho (Portes, 1982). Nesse experimento, não houve aumento dos rendimentos do hábito I para o IV, isto é, não houve relação entre o tipo de hábito e o rendimento de grãos nem, tampouco, houve correlação negativa entre produtividade de grãos de feijão e de milho. Isso sugere que, nem sempre, quando o feijão produz pouco o milho produz muito e vice-versa (Tabela 2).

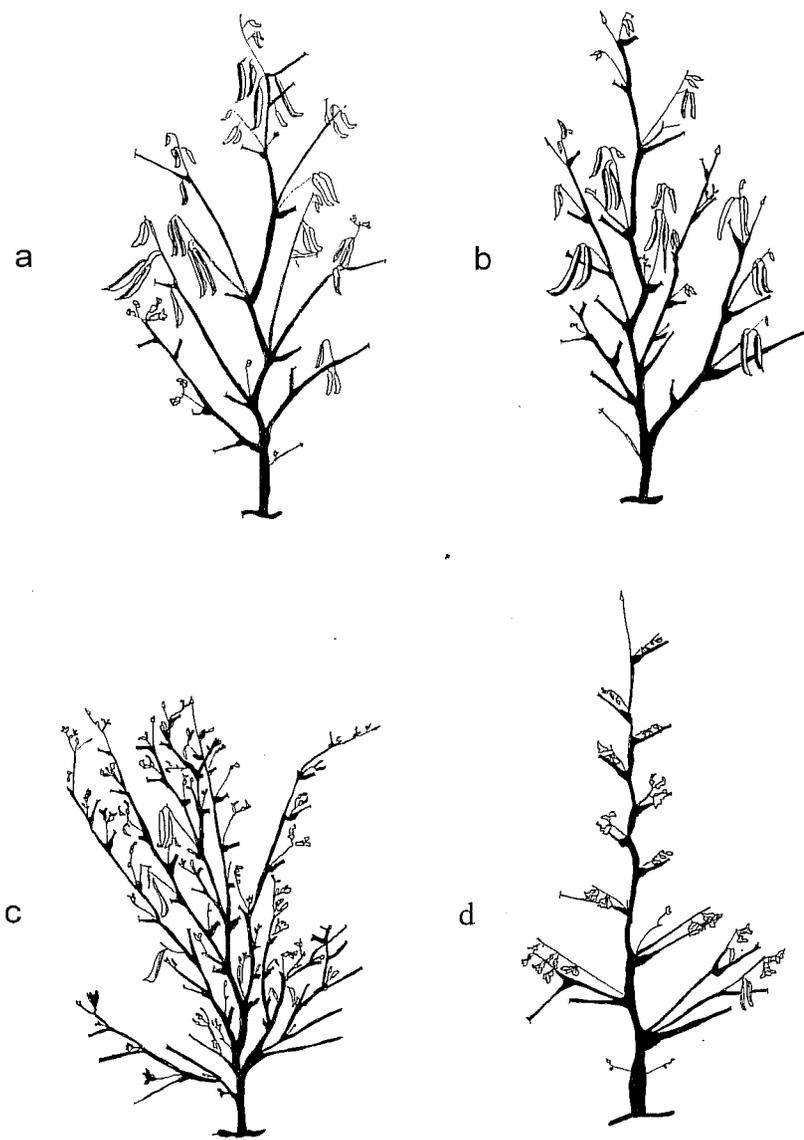


FIG. 4. Representação esquemática de plantas de feijão de hábitos de crescimento determinado - tipo I (a) - e indeterminado - tipos II (b), III (c) e IV (d).

TABELA 2. Rendimento (kg/ha) de grãos de feijão de variedades de diferentes hábitos de crescimento, em consórcio com milho.

Cultivar de Feijão	Hábito de Crescimento	Rendimento (kg/ha)	
		Feijão	Milho
Gordo	I	632 ab	7.553
Iguaçu	II	855 a	7.350
Chumbinho	II	426 b	6.258
Rico-23	II	490 b	8.245
Carioca	III	627 ab	7.405
Costa Rica-1031	IV	702 ab	7.033
C.V. (%)		16,4	14,3

Médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Portes (1982).

O ciclo de crescimento do feijão tende a ser maior das cultivares de tipo I para as de tipo IV. A mesma tendência observa-se para várias outras características, tais como: número de nós por metro quadrado (na colheita), índice de área foliar máximo, duração da área foliar (DAF), rendimento e rendimento por dia (Tabela 3) (Laing et al., 1983, 1984).

Embora a duração da área foliar (quantidade de folhas produzidas) aumente das cultivares de tipo I para as de tipo IV, a produção de grãos cresce, porém, não na mesma proporção (Santa-Cecilia & Vieira, 1978; Portes & Carvalho, 1983; Laing et al., 1984). Isto sugere que a eficiência das plantas (medida pela razão rendimento/DAF), decresce das variedades de tipo I para as de tipo IV.

Como já foi mencionado, o tipo de hábito tem grande importância na determinação da densidade de plantio. A densidade deve decrescer do hábito I para o IV, pois a produção de folhas por planta cresce nesse sentido.

TABELA 3. Parâmetros de crescimento e rendimento médio para cultivares de *Phaseolus vulgaris* L., representativas de quatro hábitos de crescimento. Adaptado de Laing et al. (1984).

Parâmetro	Identificação ¹ da cultivar e hábito de crescimento			
	G1540 (tipo I)	G4495 (tipo II)	G3353 (tipo III)	G2525 ² (tipo IV)
Número de nós/m ² na colheita	413	587	923	864
Índice de área foliar máximo	3,4	3,6	4,1	6,4
Duração de área foliar (DAF) ³	114	130	164	261
Rendimento (kg/ha)	2.423	2.730	3.221	3.653
Rendimento/DAF	2,1	2,1	2,0	1,4
Rendimento/dia (kg/ha/dia)	34	35	37	39

¹ Número da coleção do CIAT.

² Cultivares do tipo IV tutoradas por suportes de 2 m de altura.

³ Integrada da emergência à maturação.

As variedades do tipo I, por serem quase sempre de ciclo curto, são mais plantadas onde o período de chuvas é muito curto. No Nordeste, por exemplo, pode-se colher razoavelmente bem, plantando-se essas variedades, pois elas completam o seu ciclo dentro do curto período de chuvas. As do tipo IV, trepadoras, têm ciclo longo (em torno de 110 dias). Alguns agricultores as utilizam no plantio consorciado de substituição, na época da “seca” e, raramente, no plantio das águas. A colheita das plantas com este tipo de hábito é dificultada porque elas se enrolam firmemente nas plantas de milho.

Deve-se salientar, no entanto, que o hábito de crescimento das plantas varia com o ambiente onde elas são cultivadas. Dentre os fatores do ambiente que podem interferir no hábito de crescimento, destacam-se a fertilidade do solo, o fotoperíodo, a luz, a temperatura, a disponibilidade de água no solo, entre outros.

5. PROPORÇÃO DE ÁREA OCUPADA PELO MILHO E PELO FEIJÃO (OU OUTRAS CULTURAS) EM UM CONSÓRCIO

Para se determinar a produtividade (em g/m^2 ou kg/ha) das culturas envolvidas em um consórcio, necessita-se saber a proporção que cada uma ocupa dentro da área consorciada.

Na Figura 5, é mostrado, como exemplo, o esquema de um consórcio em faixas, que consiste em faixas de milho e de feijão, com uma faixa de milho no início e outra no fim do bloco. Dentro desta área, demarca-se uma área menor, medindo 1,0 m de comprimento por 4,5 m de largura (largura compreendendo as duas faixas de milho, a de feijão e as áreas laterais - AN). Posteriormente, pode-se extrapolar o cálculo para um hectare.

Medidas empregadas no exemplo:

Em = Espaçamento entre as linhas de milho ($E_m = 0,5 \text{ m}$).

Lm = Largura da faixa de milho ($L_m = 1,0 \text{ m}$).

D = Distância entre as faixas de milho ($D = 2,0 \text{ m}$).

Ef = Espaçamento entre as linhas de feijão ($E_f = 0,5 \text{ m}$).

Lf = Largura da faixa de feijão ($L_f = 1,5 \text{ m}$).

Dmf = Distância entre as linhas de feijão e as de milho ($D_{mf} = 0,25 \text{ m}$).

AC = Áreas internas comuns às duas culturas.

AN = Áreas externas do experimento (ou plantação) não comuns às duas culturas.

E = Extensão da faixa considerada para efeito do cálculo ($E = 1,0 \text{ m}$).

Lt = Largura da área, considerando-se duas faixas de milho e uma de feijão (veja da esquerda para a direita, na Figura 5, desenhos **a** e **e**):

$$L_t = AN + L_m + A_c + L_f + AC + L_m + AN$$

$$L_t = 0,25 + 1,0 + 0,25 + 1,5 + 0,25 + 1,0 + 0,25$$

$$L_t = 4,5 \text{ m.}$$

AT = Área total do consórcio, considerando-se duas faixas de milho e uma de feijão, para faixa com extensão de 1,0 m linear:

$$AT = Lt \times E$$

$$AT = 4,5 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$$

$$AT = 4,5 \text{ m}^2.$$

Aom = Área realmente ocupada pelo milho, dentro da área total (AT). Excluir a faixa com feijão (Lf):

$$Aom = (AN + Lm + AC + AC + Lm + AN) \times E$$

$$Aom = (0,25 + 1,0 + 0,25 + 0,25 + 1,0 + 0,25) \times 1,0$$

$$Aom = 3,0 \times 1,0$$

$$Aom = 3,0 \text{ m}^2.$$

Proporção de área ocupada pelo milho dentro dos $4,5 \text{ m}^2$ (Aom/AT):

$$Aom/AT = 3,0/4,5 = 0,66666\dots$$

Extrapolando-se para 1,0 ha, resulta: $3,0/4,5 \times 10.000 = 6.666,66$.

Da área total considerada ($4,5 \text{ m}^2$), apenas $3,0 \text{ m}^2$ são ocupados pelo milho, donde uma área de $1,5 \text{ m}^2$ ficaria ociosa, na ausência do feijão.

Área ocupada pelo feijão (Aof), dentro dos $4,5 \text{ m}^2$:

$$Aof = (AC + Lf + AC) \times E$$

$$Aof = 0,25 + 1,5 + 0,25) \times 1,0$$

$$Aof = 2,0 \times 1,0$$

$$Aof = 2,0 \text{ m}^2.$$

Proporção da área ocupada pelo feijão (Aof/AT):

$$Aof/AT = 2,0/4,5 = 0,4444\dots$$

Extrapolando-se para 1,0 ha, resulta: $2,0/4,5 \times 10.000 = 4.444,44$.

Da área total considerada ($AT = 4,5 \text{ m}^2$), apenas $2,0 \text{ m}^2$ são ocupados pelo feijão, donde $2,5 \text{ m}^2$ ficariam ociosos na ausência do milho.

Somando-se a área ocupada pelo milho (Aom) com a área ocupada pelo feijão (Aof), tem-se:

$$Aom + Aof = 3,0 + 2,0 = 5,0 \text{ m}^2.$$

A soma das áreas ($5,0 \text{ m}^2$) é superior a área total ($AT = 4,5 \text{ m}^2$). Esta área de $0,5 \text{ m}^2$, excedente, refere-se à área em comum das duas culturas (AC). A proporção da área excedente para a área total é $0,5/4,5 = 0,1111$.

Extrapolando-se para 1,0 ha, resulta:

$$0,5/4,5 \times 10.000 = 1.111,11 \text{ m}^2.$$

Portanto, em 1,0 ha do consórcio, mostrado na Figura 5, tem-se 1.111,1 m² de área comum entre as faixas de feijão e de milho. Esta área extra é uma das explicações para a constatação de que, no consórcio, as produções das duas culturas somadas são sempre maiores do que a produção de cada uma das culturas isoladamente.

6. SISTEMAS DE CONSÓRCIO PRATICADOS NO BRASIL

O consórcio do feijão é praticado, em maior ou menor proporção, com as seguintes culturas: milho (*Zea mays*), café (*Coffea* sp.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), mandioca (*Manihot esculenta*), mamona (*Ricinus communis*), sorgo (*Sorghum bicolor*), fruteiras, algodão (*Gossipium hirsutum*), girassol (*Helianthus annus*), amendoim (*Arachis hipogaeae*) e soja (*Glycine max*).

6.1. Consórcio feijão x milho

Entre os sistemas de consórcio mencionados, o de feijão com milho é o mais comumente encontrado no Brasil, portanto, lhe será dada maior ênfase.

As modalidades de consórcio feijão x milho mais praticadas pelos agricultores são mostradas na Tabela 4.

TABELA 4. Épocas relativas de plantio para as modalidades de consórcio feijão x milho mais praticadas pelos agricultores.

Modalidade de consórcio	Época relativa de plantio
Consórcio simultâneo (época das águas)	Milho plantado antes do feijão
	Milho e feijão plantados simultaneamente
	Milho plantado após o feijão
Consórcio de substituição (época da seca)	Plantio do feijão entre as fileiras do milho maduro
Consórcio de inverno (entressafra)	Feijão plantado junto com o milho destinado à produção de milho verde

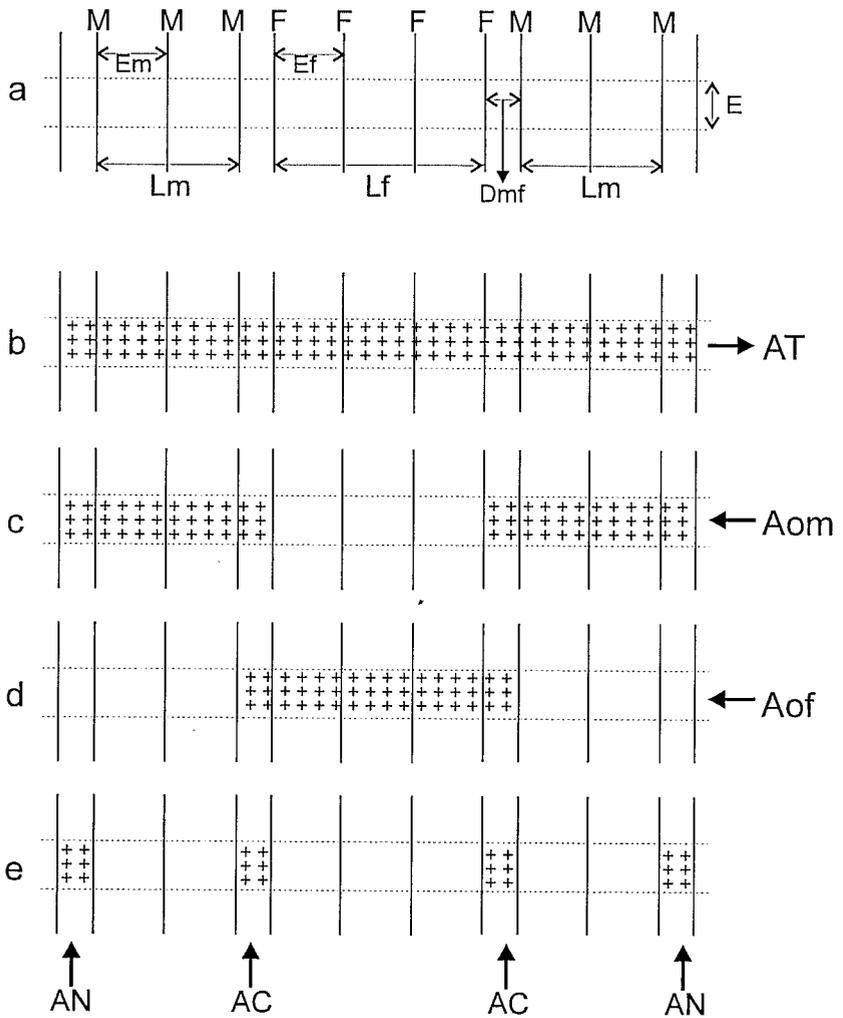


FIG. 5. Esquema de um consórcio em faixas. a - Espaçamento entre as linhas de milho (E_m) e de feijão (E_f), largura das faixas de milho (L_m) e de feijão (L_f); distância entre as linhas de feijão e as de milho (D_{mf}); extensão da faixa considerada para efeito do cálculo (E). b - Área total (AT). c - Área ocupada pelo milho (Aom). d - Área ocupada pelo feijão (Aof). e - Área comum às duas culturas (AC) e área externa não comum (AN). M = milho; F = feijão.

Embora seja possível efetuarem-se dois cultivos de feijão dentro de um único de milho, uma vez que a maioria das cultivares de feijão tem ciclo mais curto do que o deste cereal, tal prática não é recomendável. Dessa forma, não se recomenda plantar o feijão da seca (plantio de substituição) logo após a colheita do feijão das águas (consórcio simultâneo). Embora representando um certo risco, tal procedimento tem sido adotado pelos agricultores, como uma forma de aproveitarem mais intensamente suas terras.

6.1.1. Épocas de plantio

Tradicionalmente, o milho é plantado uma única vez, por ocasião do início das chuvas. O feijão, por outro lado, pode ser plantado consorciado com milho, na época das águas (plantio simultâneo) e da seca (plantio de substituição), conforme mostrado anteriormente. Nos últimos anos, o milho, destinado à produção de milho verde, vem sendo cultivado na entressafra. O plantio de feijão consorciado com milho, nesta época, tem sido incentivado

♦ Época das águas. Dependendo da região brasileira, são feitas as seguintes combinações de épocas relativas de plantio e de arranjo das plantas de feijão e de milho, no consórcio:

- Plantio simultâneo de feijão e de milho. Neste sistema, o feijão e o milho são semeados manual ou mecanicamente, na mesma ocasião. Geralmente, faz-se a semeadura de uma cultura imediatamente após a semeadura da outra ou ao mesmo tempo, utilizando-se plantadora especial, que distribui as sementes de feijão e de milho, simultaneamente, pois são dotadas de dois compartimentos para sementes. Acredita-se que, para o consórcio feijão x milho, o plantio simultâneo seja o mais difundido no Brasil (Figura 6). O plantio pode ser feito distribuindo-se as sementes das duas culturas num mesmo sulco de plantio ou em sulcos separados.
- Milho semeado antes ou após a semeadura do feijão. Este sistema é mais difundido no Sul do Brasil. A data de plantio do milho, em relação à do feijão, pode afetar a produtividade destas culturas, conforme mostrado por Flesch & Espíndola (1985) e Kranz et al. (1982).



FIG. 6. Consórcio simultâneo de feijão e milho.

Na Tabela 5, encontram-se as produtividades do milho e do feijão, para plantios do milho simultâneo ao do feijão, nas fases de pré-florescimento e de final de florescimento do feijoeiro. No plantio simultâneo, foram obtidos o maior rendimento de milho e o menor rendimento de feijão. Nos plantios do milho, nas fases de pré-florescimento e de final de florescimento do feijoeiro, os rendimentos do feijão foram superiores em cerca de 50%, em relação ao plantio simultâneo, enquanto os rendimentos de milho foram reduzidos, por causa da maior competição exercida pelo feijoeiro (Kranz et al., 1982).

TABELA 5. Rendimentos (em kg/ha) de milho, solteiro e consorciado, e de feijão consorciado, para três épocas de plantio do milho, em relação ao plantio do feijão, em dois espaçamentos do milho.

Época de plantio do milho relativa à do feijão	Milho solteiro a 1,0 m	Milho a 1,0 m		Milho a 1,5 m	
		Milho	Feijão	Milho	Feijão
Simultaneamente	5.413	5.662	641	3.944	821
Pré-florescimento do feijão	3.889	4.016	1.305	3.435	1.253
Fim do florescimento do feijão	3.942	3.841	1.259	3.797	1.337

Fonte: Adaptado de Kranz et al. (1982).

Na Tabela 6, são mostrados os resultados encontrados no Estado de Santa Catarina (Flesch & Espíndola, 1985). O feijão foi plantado antes, simultaneamente e após o milho. Os rendimentos do milho foram reduzidos quando ele foi semeado após o feijão e superiores quando semeado antes. Justamente o oposto aconteceu para o feijão, que teve seus rendimentos reduzidos quando semeado após o milho e aumentados quando semeado antes.

TABELA 6. Combinações de épocas de semeadura entre milho e feijão consorciados. Rendimentos de grãos (kg/ha) de feijão e de milho. Chapecó-SC, 1982/1983.

Época de plantio do milho relativa à do feijão	Feijão consorciado	Milho consorciado	Milho em monocultivo
30 dias após	1.201	2.942	5.133
20 dias após	1.404	3.395	4.743
10 dias após	1.028	3.211	5.899
simultaneamente	982	3.486	6.264
10 dias antes	799	4.058	5.834
20 dias antes	762	4.479	5.597

Obs. 1. Rendimento médio do feijão em monocultivo: 1.755 kg/ha.

2. Semeadura simultânea em 21/09/1982.

Fonte: Flesch & Espíndola (1985).

As variedades de feijão indicadas para esta época são as de ciclo longo (acima de 90 dias). Caso o plantio seja efetuado tardiamente, elas podem ser colhidas numa época menos chuvosa, assegurando-se, assim, a qualidade dos grãos.

* Época da "seca". Em vários Estados brasileiros, uma parte considerável do plantio de feijão da seca é feita no sistema de substituição, que consiste em semeá-lo entre as fileiras do milho, por ocasião da sua matura-

ção fisiológica, ou seja, quando as espigas encontram-se totalmente cheias. Alguns agricultores dobram o milho, outros não (Figura 7). Os que utilizam a dobra alegam que esta prática protege as espigas de milho de eventuais chuvas e, conseqüentemente, de perdas, além de permitir maior penetração da radiação solar para os feijoeiros. Por outro lado, alegam como desvantagem, maior gasto com mão-de-obra para dobrar as plantas (Fonseca & Portes e Castro, 1982).

Neste sistema, não há competição por nutrientes e água, visto que o milho já se encontra no final do seu ciclo. Em períodos de poucas chuvas, insuficientes para as exigências da cultura de feijão, tem sido observada uma tendência de maiores produtividades dos feijoeiros plantados entre as fileiras do milho (plantio de substituição), em relação aos feijoeiros plantados no sistema solteiro.



FIG. 7. Consórcio de substituição. Plantio do feijão entre as fileiras do milho maduro, muito comum no Estado de Goiás.

Em um teste com 64 variedades/linhagens, no plantio de substituição e no sistema solteiro, encontrou-se que estes materiais produziram mais quando semeados entre as fileiras do milho seco, em relação ao plantio solteiro (Antunes & Teixeira, 1982).

Em trabalho realizado na Embrapa-CNPAP (Portes et al., 1988), observou-se que, em condições de insuficiência de chuvas, a presença das plantas de milho, já secas, contribui para que o solo retenha água por um período maior do que na ausência destas plantas. Isto se deve à menor evaporação da água do solo, uma vez que as plantas de milho, ao interceptarem parte da radiação solar, reduzem a sua incidência direta no solo e a velocidade do vento. O estudo indicou, ainda, pouca diferença entre os rendimentos do feijão cultivado entre as fileiras do milho dobrado e do não dobrado. Embora seja maior a quantidade de luz que chega à copa dos feijoeiros onde o milho é dobrado, como é mostrado na Figura 8, isto não é suficiente para causar diferenças apreciáveis na produção. Tem sido observado algum estiolamento (crescimento excessivo) das plantas de feijão devido, provavelmente, mais à variação na qualidade da luz recebida pelos feijoeiros, após atravessar a copa do milho, do que, propriamente, à intensidade da radiação.

Variedades de feijão de ciclos curto e médio são as mais indicadas para plantio na época da "seca". Como não há irrigação, estas variedades alcançam o enchimento das vagens antes que as chuvas cessem totalmente.

* Plantio de inverno. É uma alternativa de plantio do feijão consorciado com milho destinado à produção de milho verde. Dessa forma, o feijão produzido cobre todo o custo de produção do milho, que passa a representar lucro líquido para o produtor.

Além do feijão e do milho verde, a palhada do milho serve para alimentar o gado, numa época em que os pastos estão secos.

Variedades de feijão de ciclo curto (60-70 dias) são as mais indicadas para o plantio de inverno, com milho. Utilizando-se estas variedades, é possível colhê-las antes da colheita do milho, uma vez que esta operação danificaria o feijão, pela passagem de pessoas e máquinas.

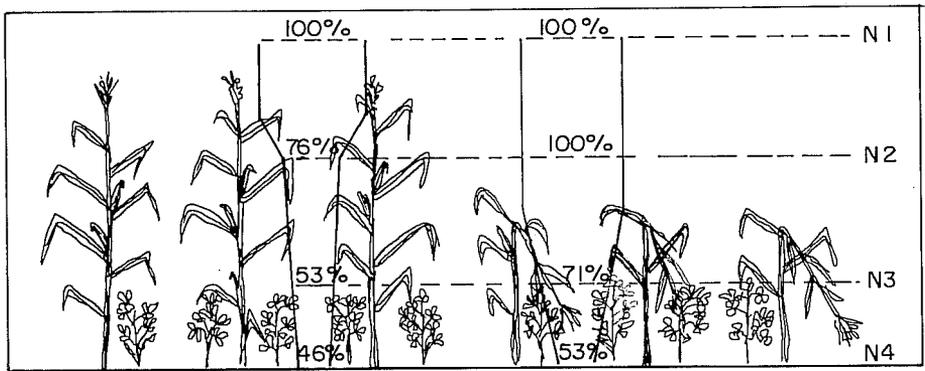


FIG. 8. Porcentagens de radiação fotossinteticamente ativa que chegam aos diferentes extratos da copa do milho maduro (em pé e dobrado), num consórcio de substituição, em torno das 13h, em Goiânia, GO. (N1 - nível acima da copa do milho; N2 - nível acima da copa dos feijoeiros; N3 - nível intermediário da copa dos feijoeiros e N4 - nível do solo).

6.1.2. Escolha da variedade

- **Feijão.** Pesquisas objetivando selecionar ou criar variedades para consórcio tiveram muita ênfase na década de 80. Algumas instituições de pesquisa, entre elas a Embrapa-CNPAP, trabalharam intensamente na busca de variedades bem adaptadas ao consórcio.

Na Embrapa-CNPAP, por exemplo, após serem testadas centenas de variedades/linhagens em consórcio, sobressairam-se 14, com relação à produtividade. Esses materiais que se comportaram bem, tanto no plantio das águas como no da seca, são os seguintes: CNF 306 (SPJ 10), CNF 299 (SPJ-3), CNF 302 (SPJ-2), CNF 308 (JSC-2), CNF 312 (JSC-6), CNF 287 (ISC-1), Paraná 1, Honduras 35, CNF 0058, CNF 0174, Preto Caruaru, Mulatinho Guanhões, México 309 e Santa Bárbara. Embora tenham respondido bem no consórcio, estes materiais não tiveram boa aceitação e, praticamente, foram descartados.

As pesquisas não foram suficientes para se determinar a existência de alguma resposta diferenciada entre as variedades, nos sistemas consorciado e solteiro.

Na falta de variedades específicas, recomenda-se ao produtor utilizar, no consórcio, as mesmas variedades recomendadas na sua região para o sistema solteiro.

- Milho. As variedades ou híbridos de milho recomendados para o sistema solteiro, para uma determinada região, são os mesmos recomendados, normalmente, para o sistema consorciado.

Podem-se ordenar os híbridos (ou variedades de milho), tomando-se por base a altura das plantas, em híbridos de porte alto, médio e baixo. Observou-se, com base em estudos realizados, que não existe efeito da altura das plantas de milho sobre os rendimentos do feijão (Andrade et al., 1974; Portes & Carvalho, 1983).

6.1.3. Qualidade das sementes

O sucesso do empreendimento agrícola depende, em grande parte, da boa qualidade da semente.

Semente de feijão de boa qualidade é aquela livre de patógenos e com bom poder de germinação, sendo dispensável a pureza varietal. A partir de resultados de trabalhos de pesquisa, tem sido demonstrado que misturas de variedades, desde que os tipos de grãos sejam parecidos, são benéficas, pois o comportamento diferencial dos componentes da mistura frente aos fatores climáticos, doenças, pragas e outros, resulta sempre em rendimentos superiores aos de plantios de variedades puras.

Recomenda-se que o produtor adquira sempre sementes fiscalizadas de instituições idôneas, que garantam o produto que vendem. Na impossibilidade de adquiri-las dessas instituições, o agricultor deve produzir as suas próprias sementes, o que, no caso do feijão, normalmente acontece. Para isso, ele deve seguir as recomendações fornecidas pela pesquisa.

6.1.4. Preparo do solo

Além da boa qualidade da semente, o preparo adequado do solo é de fundamental importância para se obterem bons resultados. Portanto, o preparo do solo deve merecer toda a atenção pois, solo mal preparado, não destorroado, com depressões que permitam o acúmulo de água e com outros problemas, pode comprometer o êxito da lavoura.

O preparo do solo para o consórcio não difere daquele que o agricultor utiliza para os seus plantios normais. Pode ser feito manualmente, por tração animal ou tração mecânica.

- Preparo manual. É, ainda, muito utilizado em terrenos recém-desbravados e/ou montanhosos, que limitam o uso de máquinas.
- Tração animal. O preparo com tração animal é utilizado em terrenos planos ou ondulados e consiste numa aração, seguida de destorroamento mediante a passagem de uma tora de madeira. O destorroamento, com tora de madeira, pode compactar o solo, portanto, nem sempre é recomendado. Em áreas com muitos restos culturais, deve-se passar, primeiramente, um rolo faca, a fim de triturá-los, para, em seguida, efetuar-se a aração.
- Tração mecânica. É o preparo efetuado mediante o uso de trator e consiste numa aração profunda, seguida de gradagem. No caso de existirem excesso de restos culturais e ervas daninhas, recomenda-se fazer, inicialmente, uma gradagem a fim de triturá-los e, em seguida, uma aração profunda, de modo a incorporá-los ao solo e, após 30 dias ou mais, outra gradagem para destroar o solo. Em vez da gradagem inicial, pode-se usar rolo faca para picar a massa verde das plantas ali existentes e/ou os restos culturais.

6.1.5. Adubação

Toda recomendação de adubação deve-se basear, preferencialmente, na análise de solo. Para isto, recomenda-se que o agricultor, de posse da sua análise, procure o técnico da sua região para maiores esclarecimentos. Porém, o técnico deve ter algumas informações básicas para recomendar a melhor forma de adubação para o consórcio. O cálculo da adubação para o consórcio, em que são envolvidas duas culturas, é um pouco mais complexo do que para as culturas solteiras.

Para facilitar os cálculos, no plantio simultâneo de feijão e milho, no mesmo sulco ou não, a adubação deve-se basear na recomendada para o milho, conforme as quantidades de fertilizantes (em kg/ha) indicadas na Tabela 7.

Para o plantio do milho e do feijão na mesma linha (Arranjo A₃), caso não haja recomendação específica para a região, deve-se usar a adubação normalmente recomendada para o milho, conforme a Tabela 7. Não há necessidade de se aumentar a dosagem.

Para o plantio do feijão entre as linhas do milho (arranjo A₂), deve-se usar, para o milho, dois terços da quantidade recomendada na Tabela 7 e um terço para o feijão.

TABELA 7. Recomendação de fertilizantes baseada na análise de solo.

N Aplicado no plantio, em mistura com P e K ¹	P ₂ O ₅ Níveis de P no solo e as respecti- vas quantidades recomendadas de P ₂ O ₅ em kg/ha			K ₂ O Níveis de K no solo e as respectivas quantidades reco- mendadas de K ₂ O em kg/ha		
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
- 20 + 20	90	50	30	60	45	30

¹ De nitrogênio, devem ser aplicados, por hectare, 20 kg no plantio e 20 kg em cobertura, entre 30 e 40 dias após a emergência do milho.

Para os demais arranjos, mesmo para os já citados, a maneira mais prática consiste em se calcular a quantidade de adubo a ser distribuída por metro linear, através da seguinte fórmula:

$$Qa/m = \frac{Qa/ha \times E}{1.000}$$

onde:

Qa/m = Quantidade de adubo em gramas por metro linear.

Qa/ha = Quantidade de adubo em quilogramas por hectare.

E = Espaçamento entre as fileiras em centímetros.

Por exemplo, em um solo de baixa fertilidade deve-se usar, por hectare, 40 kg de N, sendo 20 kg no plantio e 20 kg em cobertura, aos 25-30 dias após o plantio; 90 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O , conforme a Tabela 7. Considerando-se que o sulfato de amônio tem 20% de N, o superfosfato simples 16% de P_2O_5 e o cloreto de potássio 60% de K_2O , o total resulta em 100 kg de sulfato de amônio no plantio, mais 100 kg em cobertura, 562 kg de superfosfato simples e 100 kg de cloreto de potássio, totalizando 862 kg da mistura, por hectare.

Para milho e feijão na mesma fileira, no espaçamento de 1,0 m, basta que se aplique a fórmula acima, diretamente, ou:

$$Qa/m = 862 \times 100/1.000 = 86,2 \text{ gramas por metro linear.}$$

Desse modo, a máquina deverá ser regulada para distribuir esta quantidade de adubo por metro linear de sulco.

Se o plantio das duas culturas for feito em sulcos separados, com o milho no espaçamento de 1,0 m e duas fileiras de feijão entre as fileiras de milho (arranjo A_2), aplicam-se $2/3$ do adubo ou 575 kg/ha para o milho e $1/3$ ou 287 kg/ha para o feijão. Isto resultará em, aproximadamente, 57 gramas de adubo por metro linear de sulco de milho, espaçado de 1,0 m, e 14 gramas por metro linear de sulco de feijão, no espaçamento de 50 cm.

Para qualquer outro espaçamento, no milho, recomenda-se a mesma quantidade de adubo encontrada, em gramas por metro de sulco, no espaçamento de 1,0 m. Pode-se recomendar para o milho 57 g, para qualquer outro espaçamento acima de 1,0 m, e 14 g para o feijão.

Na prática, não é comum a mistura de adubos, uma vez que é mais prático e menos oneroso para o agricultor adquirir as fórmulas já prontas. Para os solos de cerrado, normalmente, recomendam-se de 350 a 400 kg/ha da fórmula 4-30-16 (ou semelhante) de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Caso sejam recomendados 350 kg/ha da fórmula 4-30-16, nas proporções de $2/3$ para o milho (aproximadamente 230 kg/ha) e $1/3$ para o feijão (aproximadamente 120 kg/ha), usando-se a fórmula para o cálculo da quantidade de adubo a ser distribuída por metro linear, resultará:

$$Qa/m = \frac{230 \times 100}{1.000} = 23 \text{ gramas por metro linear, para o milho, e}$$

$$Qa/m = \frac{120 \times 50}{1.000} = 6 \text{ gramas por metro linear, para o feijão.}$$

6.1.6. Arranjos comumente usados para as plantas de feijão e de milho no consórcio

Numa mesma região do País, é possível encontrarem-se diferentes arranjos ou combinações de plantas para feijão e milho em consórcio. Observa-se maior diversidade quando são levadas em consideração as diversas regiões brasileiras.

A seguir, são descritos alguns arranjos comumente utilizados pelos agricultores (Figura 9, arranjos A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 e A_6 , e Figuras 10, 11 e 12).

- Arranjo 1 (A_1). Neste arranjo, o milho é semeado em fileiras, no espaçamento de 1,0 m, e o feijão, plantado com cavadeira, enxadão ou matraca, sem nenhum arranjo definido, entre as fileiras de milho.
- Arranjo 2 (A_2). Neste arranjo, as fileiras de milho e de feijão são bem definidas. O milho é semeado em fileiras, no espaçamento de 1,0 m. Entre as fileiras de milho são dispostas duas de feijão, a 50 cm entre si e a 25 cm das de milho. Talvez, este seja o arranjo mais utilizado no Brasil, tanto no plantio simultâneo, das águas, como no de substituição, na época da seca.
- Arranjo 3 (A_3). Neste arranjo, o milho e o feijão são semeados simultaneamente, no mesmo sulco de plantio, geralmente no espaçamento de 1,0 m, embora menores espaçamentos promovam melhor aproveitamento da área. Com relação a rendimento, tanto para o feijão como para o milho, não se têm observado diferenças significativas entre este arranjo e o A_2 . Porém, neste arranjo (A_3), os tratos culturais, como capinas, aplicação de defensivos e outros, são facilitados, pois não há plantas de feijão entre as fileiras de milho, impedindo o livre trânsito de pessoas e de máquinas. Neste arranjo (A_3), o arranquio dos feijoeiros, na colheita, é um pouco mais trabalhoso, pois as plantas encontram-se muito próximas das de milho. Contudo, os benefícios advindos dos tratos culturais (menor gasto com mão-de-obra) justificam este trabalho adicional.

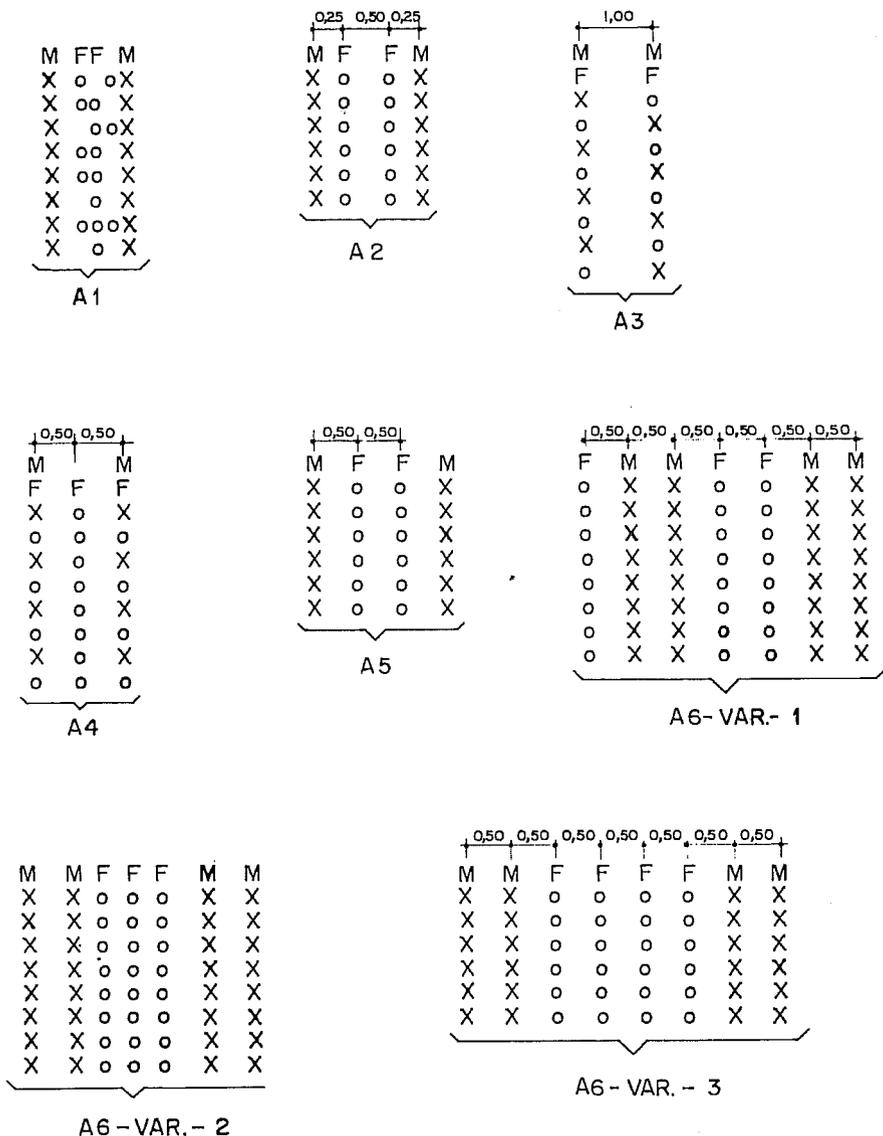


FIG. 9. Arranjos comumente usados para as plantas de feijão e de milho no consórcio.

F = feijão; M = milho.



FIG. 10. Consórcio simultâneo de feijão e milho. Arranjo A_2 modificado. Em vez de duas fileiras de feijão, são plantadas três, entre as fileiras de milho.



FIG. 11. Consórcio simultâneo de feijão e milho. Arranjo A_2 modificado. Em vez de duas fileiras de feijão, apenas uma, entre as duas de milho.



FIG. 12. Consórcio simultâneo. Arranjo A_3 . O feijão e o milho são semeados juntos, no mesmo sulco de plantio. Pode-se acrescentar uma linha de feijão entre as fileiras, como se vê ao fundo.

Neste arranjo, o plantio pode ser feito mecanicamente, como veremos mais adiante, no item plantio mecanizado do feijão e do milho consorciados simultaneamente.

- Arranjo 4 (A_4). É o mesmo arranjo anterior adicionando-se, apenas, uma fileira de feijão entre as duas do Arranjo A_3 . O espaçamento entre as fileiras de milho é, normalmente, de 1,0 m.
- Arranjo 5 (A_5). Neste arranjo, em faixas, com fileiras simples de milho, são semeadas duas fileiras de milho espaçadas de 1,5 m ou mais; entre elas são intercaladas três ou mais fileiras de feijão, dependendo da largura das faixas de milho. Caso haja três fileiras de feijão, elas devem ficar sempre a 0,5 m entre si e a 0,5 m das fileiras do milho. No caso de serem quatro fileiras de feijão, elas devem manter o espaçamento de 0,5 m entre si e distantes 0,25 m das fileiras de milho que, por sua vez, devem estar espaçadas de 2,0 m.
- Arranjo 6 (A_6). Neste arranjo, a faixa de milho corresponde a duas fileiras espaçadas de 0,5 m. Entre as faixas de milho são dispostas as de feijão com duas, três, ou mais fileiras, espaçadas 0,5 m entre si e a 0,25 ou 0,5 m das faixas de milho. Outra variação deste arranjo é obtida dispondo-se as duas fileiras de milho a 0,25 m entre si e as de feijão a 0,50 m ou, ainda, as de feijão a 0,50 m entre si e a 0,25 m das de milho.

6.1.7. Densidades de plantas de feijão e de milho recomendadas para o consórcio

A densidade de plantas depende de vários fatores, sendo os principais: o hábito de crescimento da planta de feijão, a fertilidade do solo, a adubação recomendada e a disponibilidade de água para a cultura. É, portanto, difícil indicar-se com precisão a população exata de plantas para o consórcio, bem como para outros sistemas de cultivo.

Alguns trabalhos foram realizados, no sentido de encontrarem-se as populações adequadas de milho e de feijão para o consórcio (Aidar et al., 1979; Souza Filho & Andrade, 1982; Kranz et al., 1982; Reis, 1984). Mesmo considerando-se que esta variável é influenciada por diversos fatores, até certo ponto, os resultados obtidos têm coincidido em torno das mesmas populações de plantas.

Trabalhos realizados por Andrade et al. (1980) e Souza Filho & Andrade (1982), na Estação Experimental de Campos-RJ, indicaram, como as mais adequadas, para a época das águas (plantio simultâneo do feijão e milho no mesmo sulco), as populações de 40 mil e 120 mil plantas/ha para milho e feijão, respectivamente. Para a época da seca (plantio de substituição), a população de feijoeiros mais adequada foi de 240 mil plantas/ha. Nessa época, as populações de 20, 40 e 60 mil plantas/ha de milho utilizadas no experimento não influenciaram os rendimentos de feijão, e o rendimento máximo de milho foi atingido com a população de 60 mil plantas/ha.

Em experimento realizado no Município de Siqueira Campos-PR, por Kranz et al. (1982), no plantio das águas, foram encontrados resultados que, embora não conclusivos, indicaram a população de 40 mil plantas/ha de milho como a mais adequada. A população de feijão foi mantida constante, em torno de 300 mil plantas/ha.

Tomando-se por base os dois trabalhos citados anteriormente, e outros realizados em diversas regiões brasileiras, podem ser recomendadas as seguintes populações de plantas: a) plantio simultâneo das “águas” e plantio de inverno: 200.000 plantas/ha para o feijão, no espaçamento de 0,50 m, e 40.000 plantas/ha para o milho, no espaçamento de 1,0 m; e b) plantio da “seca”: 200 a 250 mil plantas/ha para o feijão e para o milho, a densidade normal, recomendada para a região (normalmente, entre 40 mil e 60 mil plantas/ha).

6.1.8. Quantidade de sementes necessária por hectare

A quantidade de semente depende da densidade de plantio, do espaçamento e de características da semente como tamanho e porcentagem de germinação. Pode ser determinada pela fórmula:

$$Q/ha = \frac{P \times 100 \times D \times 10.000}{1.000 \times \% G \times E}$$

transforma de m² para hectare
 ↓
transforma de grama para quilograma

Onde:

Q = quantidade de sementes necessária por hectare

P100 = peso de 100 sementes

D = densidade de plantas desejada (plantas/m²)

%G = porcentagem de germinação.

Exemplo de cálculo da quantidade de sementes consumida por hectare:

Peso de 100 sementes = 17 gramas

Densidade desejada = 30 plantas/m² (ou 300.000 plantas/ha)

Germinação = 95%

Espaçamento = 0,50 m

$$Q/ha = \frac{17g \times 30pl/m^2 \times 10.000}{1.000 \times 95 \times 0,50 m} = 26,84 \text{ kg de sementes por hectare.}$$

Para o feijão, a quantidade de sementes varia, em geral, entre 20 e 30 kg/ha para sementes pequenas e 50 e 80 kg/ha para sementes grandes.

6.1.9. Quantidade de sementes a serem distribuídas por metro linear (Q/m)

Dependendo da densidade desejada de plantas por hectare e do espaçamento, pode-se calcular o número de sementes a serem distribuídas por metro linear, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Q/m = \frac{E \times D}{10.000}$$

Onde:

Q/m = quantidade de sementes a serem distribuídas por metro linear.

E = espaçamento em metro.

D = densidade de plantas (plantas/ha).

Exemplo de cálculo da quantidade de sementes a serem distribuídas por metro linear:

Espaçamento desejado = 0,4 m (40 cm)

Densidade = 300.000 plantas/ha (30 plantas/m²)

$$Q/m = \frac{0,4 m \times 300.000}{10.000} = 12 \text{ sementes/metro linear.}$$

6.1.10. Mecanização do plantio consorciado de feijão x milho

Na década de 80, procurou-se mecanizar o plantio do consórcio feijão x milho, adaptando-se máquinas encontradas no mercado. A mecanização aumenta a eficiência do plantio, tornando-o bem mais econômico, melhorando a distribuição das sementes e, conseqüentemente, aumentando os rendimentos.

O primeiro trabalho abordando a mecanização do consórcio, realizado em 1979, foi publicado na 1ª Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão (Portes et al., 1982).

A máquina utilizada nesse plantio não sofreu nenhuma modificação. A operação consistiu, apenas, na mistura, em proporção adequada, das sementes de milho (Ag 401) e de feijão (cultivar Iguaçu), para atingirem-se as populações de 40 e 80 mil plantas/ha, respectivamente, no espaçamento de 0,60 m (denominado sistema 1). Foram feitos, também, o plantio de feijão em monocultivo, no espaçamento de 0,50 m e população final de 160 mil plantas/ha (sistema 2) e de milho, no espaçamento de 0,60 m, com população final de 60 mil plantas/ha (sistema 3). Utilizou-se, também, um sistema adicional de plantio de feijão, entre as linhas de milho, para cálculos comparativos de gastos com mão-de-obra, capinas e arranquio do feijão. Nesse plantio, os sulcos para o feijão foram abertos manualmente, distantes 0,50 m entre si e a 0,25 m dos sulcos de milho (arranjo A₂). Os plantios foram feitos manualmente (sistema 4), conforme Tabela 8. Nesse trabalho, para a adubação do feijão e do milho consorciados na mesma fileira de plantio, utilizou-se a fórmula 8-30-16 + zinco, na quantidade de 500 kg/ha e, para ambas as culturas, em monocultivo ou consorciadas em fileiras individuais, foram aplicados 265 kg/ha. Tomando-se por base os resultados de pesquisas realizadas posteriormente, não se recomenda, pelo menos nas condições da Embrapa-CNPAF, aumentar a adubação quando se planta o feijão na mesma fileira do milho.

Na Tabela 8, observa-se que o tempo despendido para o arranquio do feijão foi o mesmo para os sistemas 2 e 4 (4,3 dias/homem/hectare) e que houve um dispêndio de 0,7 d/h/ha a mais no sistema 1. Entretanto, este acréscimo registrado no sistema 1 foi mais do que compensado, quando se considera o tempo gasto para a capina no sistema 4 (10 d/h/ha). Como resultado, houve um ganho líquido de 4,3 d/h/ha para o sistema 1, em relação ao sistema 4.

TABELA 8. Gasto com mão-de-obra nas operações de capina e arranquio do feijão, em diversos arranjos de plantas, no consórcio.

Operação	Mão-de-obra (d/h/ha)	Custo da mão-de-obra (Cr\$/d/h em setembro/81) ¹	Custo Total (Cr\$) ¹
Capina			
Sistema 1 ²	5,0	450,00	2.250,00
Sistema 2	5,0	450,00	2.250,00
Sistema 3	5,0	450,00	2.250,00
Sistema 4	10,0	450,00	4.500,00
Arranquio do feijão			
Sistema 1	5,0	450,00	2.250,00
Sistema 2	4,3	450,00	1.935,00
Sistema 4	4,3	450,00	1.935,00

¹ Custo em cruzeiro (moeda antiga), apenas para efeito comparativo.

² Veja no texto a descrição dos sistemas.

Embora os gastos com o consórcio de feijão e milho (sistema 1) tenham superado os do milho em monocultivo, houve um aumento da renda, a partir da produção de 180 kg/ha de feijão no consórcio, uma vez que a obtenção de qualquer produção adicional pode ser considerada lucro.

Considerando-se ainda que, segundo estudos preliminares, a quantidade de adubo para o consórcio é a mesma utilizada normalmente para o plantio de milho em monocultivo, a margem de lucro aumentaria substancialmente. No caso apresentado, por exemplo, haveria uma economia de 235 kg/ha de adubo.

Na década de 80, surgiram máquinas adaptadas para o plantio consorciado. Estas máquinas possuem caixas individuais para as sementes de milho e de feijão e as distribuem simultaneamente em sulcos separados. Devido à pequena procura por estas máquinas, elas deixaram de ser produzidas.

- Tração a trator. Na década de 80, a indústria de máquinas Egan, do Município de Carazinho-RS, desenvolveu um “kit” que, adaptado à plantadora EGAN, distribuía as sementes de milho e de feijão simultaneamente, em sulcos separados. Devido à pequena procura por este dispositivo, possivelmente pela sua pouca divulgação, a sua fabricação foi interrompida.
- Tração animal. Para o plantio do consórcio mediante tração animal, foi desenvolvido, pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), da Embrapa, em 1982, um dispositivo que, adaptado a uma máquina comum de tração animal, para o plantio solteiro, permitia a execução do plantio consorciado com grande perfeição na distribuição das sementes de milho e de feijão em sulcos separados (Ramalho et al., 1982). Esta máquina, devidamente adaptada, chegou a ser oferecida no mercado pela Jumil (fabricante de máquinas agrícolas), mas, também, por sua pouca divulgação e, conseqüentemente, pouca procura, deixou de ser fabricada. Atualmente, existe no mercado uma máquina de tração animal muito versátil (marca ARA), fabricada em Goiânia-GO. Esta máquina executa o plantio solteiro ou consorciado, aduba e, trocando-se alguns dispositivos, efetua a capina.

6.2. Consórcio feijão x café

O consórcio feijão x café é praticado por plantadores de café, com o objetivo de reduzir os custos de implantação ou de manutenção da lavoura cafeeira, que são muito elevados, especialmente na sua implantação. É mais praticado nos Estados do Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo.

Tem-se constatado, com base em resultados de pesquisa, que o feijão, adubado adequadamente, é uma das melhores culturas para se consorciar com café, pois esta leguminosa compete pouco por água, luz e nutrientes. No entanto, se a população de feijoeiros for muito alta, a produtividade dos cafeeiros poderá ser comprometida. Dependendo do espaçamento e da idade dos cafeeiros, recomendam-se de 3 a 5 linhas de feijoeiros entre as linhas de café (Begazo, 1979).

6.3. Consórcio feijão x cana-de-açúcar

Nos últimos anos, pela grande expansão da produção de álcool combustível, a cana-de-açúcar ocupou grandes áreas antes ocupadas por culturas como o feijão. Em geral, são áreas planas, apropriadas à mecanização, com solos de boa qualidade, situadas principalmente nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Goiás e Minas Gerais. Na realidade, muito antes do Programa Brasileiro do Álcool, o consórcio do feijão com cana-de-açúcar já era praticado pelos agricultores.

O feijão pode ser plantado até 20 dias após o plantio da cana-de-açúcar. Após esta data, o sombreamento provocado pela cana-de-açúcar reduz muito a produtividade do feijoeiro.

Entre as fileiras de cana-de-açúcar, espaçadas de 1,30 a 1,50 m são semeadas duas a três fileiras de feijão espaçadas 0,50 m entre si e, em geral, a 0,25 m das fileiras de cana-de-açúcar.

Em média, os rendimentos de feijão no consórcio com cana-de-açúcar não são altos, situando-se na faixa de 400 a 1.000 kg/ha, podendo, contudo, em solos com calagem e adubação adequadas, alcançarem mais de 1.500 kg/ha (Souza Filho et al., 1983; Mota & Barbosa, 1984; Souza Filho, 1984).

6.4. Consórcio feijão x mandioca

A mandioca é muito importante na alimentação da população brasileira. É produzida em todos os Estados brasileiros, sendo que nos Estados do Nordeste está concentrada cerca de 50% da produção. Como o feijão, ela é cultivada, principalmente, por pequenos produtores, sendo comum a consorciação entre estas duas espécies.

Este tipo de consórcio é muito comum no Nordeste, entrando muitas vezes no sistema outros componentes como o milho, o algodão, a palma forrageira e outros. Nos Estados do Centro e do Sul é, também, prática muito comum entre os pequenos produtores.

O espaçamento mais utilizado para o plantio da mandioca é de 1,0 a 1,20 m, entre as fileiras, e de 0,4 a 0,6 m entre as plantas dentro das fileiras. Para cada fileira de mandioca, são semeadas uma ou duas fileiras de feijão.

Detalhes sobre a consorciação de feijão com mandioca podem ser encontrados em Vieira (1984, 1985).

Não há relato de análise econômica onde se faça uma comparação entre os sistemas consorciado e solteiro de mandioca e feijão, não se tendo, portanto, uma definição sobre qual deles é o mais rentável. Como o preço do feijão é sempre superior ao da mandioca, é possível que a queda na produtividade da mandioca seja compensada pelo maior preço do feijão.

Se o produtor tem como hábito plantar feijão, não é econômico plantar a mandioca em consórcio com o feijão, pois essa prática vai afetar a produtividade da leguminosa, resultando em menor ganho. Porém, se é hábito do produtor cultivar mandioca, é recomendável que ele plante feijão entre as linhas, aproveitando os espaços vazios. O resultado será vantajoso.

6.5. Consórcio com outras culturas

O consórcio do feijão com outras culturas, como a mamona, sorgo, fruteiras, algodão, girassol, amendoim e mesmo a soja (onde não há mosaico dourado), é comum em certas regiões do Brasil. Nenhum deles, entretanto, é praticado de forma generalizada, como os anteriormente relatados. Por esta razão, ficam apenas mencionados como existentes e praticados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, H.; VIEIRA, C.; OLIVEIRA, L.M. de; VIEIRA, M. Cultura associada de feijão e milho. II. Efeitos de populações em plantio simultâneo de ambas as culturas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.26, n.143, p.102-111, 1979.
- ALLEN, L.H.; SINCLAIR, T.R.; LEMON, E.R. Radiation and microclimate relationship in multiple cropping systems. In: MULTIPLE cropping. Madison: American Society of Agronomy, 1976. p.171-200.
- ANDRADE, A.A.; RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, M.J.B. Consorciação de 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**. Niterói: PESAGRO-Rio, 1980. 4p. (PESAGRO-Rio. Comunicado Técnico, 49).
- ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G. Produtividade de genótipos de feijão em monocultivo e no cultivo associado com milho nas épocas das águas e da seca em Goiânia, GO. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1982. p.83-88.
- BEGAZO, J.C.E.O.; OLIVEIRA, J.A. de. **Cultivares intercalares em cafezal**. Viçosa: UFV, 1979. 23p. (UFV. Boletim de Extensão, 18).
- BURNSIDE, C.A.; BÖHNING, R.H. The effects of prolonged shading of the light saturation curves of apparent photosynthesis in sun plants. **Plant Physiology**, Bethesda, v.32, p.62-63, 1957.

- FLESCH, R.D. Consórcio na Região Sul. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T., ed. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.397-413.
- FLESCH, R.D.; ESPÍNDOLA, E.A. Combinação de épocas de semeadura entre milho e feijão consorciados. In: REUNIÕES TÉCNICAS ANUAIS DO FEIJÃO E OUTRAS LEGUMINOSAS DE GRÃOS ALIMENTÍCIOS, 17./18., 1983/1984, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura/Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1985. p.77-79.
- FONSECA, J.R.; PORTES E CASTRO, T. de A. **Coleta de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) no Estado de Goiás e algumas considerações sobre os seus cultivos**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1982. 31p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 6).
- KRANZ, W.M.; GERAGE, A.C.; GOMES, J. Época de semeadura do milho em relação aos estádios de desenvolvimento do feijão das águas em sistema de consórcio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1982. p.116-118.
- LAING, D.R.; JONES, P.G.; DAVIS, J.H.C. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GOLDSWORTHY, P.R.; FISHER, N.M., ed. **The physiology of tropical field crops**. London: John Willey & Sons, 1984. p.304-351.
- LAING, D.R.; KRETCHMER, P.J.; ZULUAGA, S.; JONES, P.G. Field bean. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Potential productivity of field crops under different environments**. Los Baños, 1983. p.227-248.
- LEMON, E.R.; WRIGHT, J.L. Photosynthesis under field conditions, XA. Assessing sources and sinks of carbon dioxide in a corn crop using a momentum balance approach. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, p.405-411, 1969.

- LOPES, N.F. Adaptabilidade fisiológica ao consórcio. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T., ed. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.375-395.
- MELO, J.N. de; LIMA, G.R. de A.; MAFRA, R.C. Consórcio na Região Nordeste. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T., ed. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.439-453.
- MOTA, J.S.; BARBOSA, J.T. Consórcio feijão x cana-de-açúcar na Zona da Mata Mineira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.41-42, 1984.
- PORTES, T. de A. Perfil de interceptação de luz e rendimento de seis cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferentes hábitos de crescimento consorciadas com milho (*Zea mays* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1982. p.154-157.
- PORTES, T. de A. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho x feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.30-34, 1984.
- PORTES, T. de A.; AIDAR, H.; CONTO, A.J. de. Plantio mecanizado simultâneo de milho e feijão. Avaliação econômica. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1982. p.103-132.
- PORTES, T. de A.; CARVALHO, J.R.P. de. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.7, p.755-762, 1983.
- PORTES, T. de A.; GUIMARÃES, C.M.; AIDAR, H. Temperatura, potencial hídrico do solo na cultura do feijão em monocultivo e consorciado do período da seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.169-173, 1988.

- RAMALHO, M.A.P. Consórcio nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T., ed. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.415-437.
- RAMALHO, M.A.P.; COELHO, A.M. Consórcio milho verde com feijão na entressafra. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.26-29, 1984.
- RAMALHO, M.A.P.; FINCH, E.O.; SILVA, A.F. da. **Mecanização do plantio simultâneo do milho e feijão consorciado**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1982. 21p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 7).
- REIS, W.P. **Análise de crescimento de milho e feijão em monocultivo e consorciado em diferentes arranjos da semeadura destes cultivos**. Lavras: ESAL, 1984. 113p. Tese Mestrado.
- SANTA-CECÍLIA, F.C.; VIEIRA, C. Associated cropping of beans and maize. I. Effects of bean cultivars with different growth habit. **Turrialba**, San José, v.28, n.1, p.19-23, 1978.
- SILVA, C.C. da; VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; MACHADO FILHO, F. Situação e problemas da cultura do feijão na microrregião homogênea 192 (Zona da Mata, Minas Gerais), segundo a percepção dos agricultores. **Revista Ceres**, Viçosa, v.29, n.166, p.634-646, 1982.
- SOUZA FILHO, B.F. Consórcio feijão com cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.34-39, 1984.
- SOUZA FILHO, B.F.; ANDRADE, M.J.B. de. **Influência de diferentes populações de plantas no consórcio milho x feijão - 1977/80**. Niterói: PESAGRO-Rio, 1982. 4p. (PESAGRO-Rio. Comunicado Técnico, 102).

SOUZA FILHO, B.F.; FERREIRA, J.M.; VALENTINI, L. **Efeitos de métodos de cultivo e épocas de semeadura na consorciação de cana-de-açúcar com duas cultivares de feijão.** Niterói: PESAGRO-Rio, 1983. 5p. (PESAGRO-Rio. Comunicado Técnico, 124).

VIEIRA, C. Cultivo consorciado de mandioca com feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.43-49, 1984.

VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados.** Viçosa: UFV, 1985. 134p.

WOOLLEY, J.; DAVIS, J.H.C. The agronomy of inter-cropping with beans. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O., ed. **Common beans: research for crop improvement.** Oxon, U.K: C.A.B. International, 1991. p.707-730.