

Janeiro e Fevereiro de 1986

VOL. XXXIII

N.º 185

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**COMPORTAMENTO DE TRÊS SISTEMAS DE
CULTIVOS ASSOCIADOS MILHO-FEIJÃO
EM DIFERENTES DENSIDADES DE
PLANTIO DO MILHO^{1/}**

Luiz Antônio Nogueira Fontes^{2/}
Joaquim Carlos Tomás^{3/}
José Domingos Galvão^{2/}

I. INTRODUÇÃO

O milho e o feijão são explorados, na sua maior parte, por pequenos produtores, que possuem pequenas áreas de terra e baixo nível cultural, têm capital limitado e, por conseguinte, não têm condições de assumir riscos, sendo fortemente apegados às suas tradições. Assim sendo, procuram explorar intensivamente a terra, com baixo índice de utilização de insumos e mecanização e com maior aproveitamento das forças de trabalho humana e animal. Como resultado, milho e feijão são explorados através de sistemas de cultivos associados.

Estima-se que 80% da produção brasileira de feijão sejam provenientes de lavouras onde essa leguminosa está associada a outras espécies, principalmente milho (12), e que na América Latina 60% do milho sejam produzidos em sistemas de cultivos associados (9).

A Zona da Mata do Estado de Minas Gerais caracteriza-se como importante região produtora de milho e feijão. Nessa região, 77% das lavouras de milho estão associadas com feijão (17) e 98% deste são cultivados em associações, principalmente com o milho (4).

^{1/} Aceito para publicação em 10-9-1985.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Associação de Crédito e Assistência Rural do Paraná. Curitiba, PR.

Mesmo tendo a produção dos sistemas de cultivos associados milho-feijão contribuído com uma parcela ponderável da produção global, somente nos últimos anos surgiu uma nova linha de pesquisa, que visa entender e propor tecnologia compatível com a realidade do pequeno produtor. Em vista disso, os resultados de pesquisa disponíveis ainda não abrangem os vários aspectos que têm potencial para promover o aumento do rendimento das associações.

Vários estudos têm demonstrado que as associações milho-feijão, quando comparadas com o sistema de cultivo exclusivo, apresentam superioridade na produção de grãos por unidade de área (2, 3, 5, 7, 14, 15), maior rentabilidade (2, 3, 5, 13) e maior produção de proteína e energia (1), além de permitirem melhor distribuição de ingressos de renda durante o ano (11) e melhor utilização da mão-de-obra.

Os estudos do comportamento das associações têm mostrado que o sistema de cultivo misto tende a ter produções de grãos maiores do que as obtidas no sistema de cultivo intercalar (8) e que as diferenças são provocadas pelo comportamento do feijão. A utilização dos sistemas de cultivo misto ou intercalar (semeadura do feijão na época das «água» e na época da «seca») tem propiciado produções de grãos mais elevadas do que os respectivos sistemas de cultivo de substituição (semeadura do feijão somente na época da «seca») (16).

Levantamento realizado na Zona da Mata de Minas Gerais mostrou que as populações de plantas de milho e de feijão utilizadas pelos produtores são muito variáveis. Pequenas ou grandes populações de milho são associadas com maiores ou menores populações de feijoeiros e são sempre inferiores às recomendadas para os respectivos sistemas de cultivo exclusivo (1, 17).

Os sistemas de cultivo misto e intercalar são os mais difundidos entre os pequenos produtores de milho e feijão e têm sido utilizados nos estudos de associações, nos quais se tem demonstrado a sua superioridade sobre o sistema de cultivo exclusivo. No entanto, apesar dessa vantagem, devido à disposição das plantas, esses sistemas apresentam dificuldades para a utilização de práticas que possibilitam maiores produções, como tratos fitossanitários, adubação em cobertura e mecanização dos tratos culturais, exceto quando a leguminosa é plantada na mesma linha do milho.

Com a disponibilidade de cultivares e híbridos de milho de porte baixo, o sistema de cultivo em faixas alternadas pode constituir-se numa opção para os produtores de milho e feijão. Esse sistema possibilita maior disponibilidade de luz para o feijão, além de permitir o manejo independente de cada cultura componente, sem perda das vantagens inerentes à associação.

Tem sido demonstrada a viabilidade desse sistema para as condições da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. FONTES *et alii* (6) compararam as produções da associação milho-feijão nos sistemas de cultivo em faixas alternadas e intercalar de substituição e concluíram que os sistemas eram equivalentes e, ao mesmo tempo, superiores ao sistema exclusivo.

Em condições não-limitantes de umidade do solo, SERPA (15) verificou que o sistema em faixas alternadas apresentou razão de área equivalente (RAE) superior à observada no sistema intercalar, quando utilizou duas fileiras de milho alternadas com quatro fileiras de feijão.

Embora já se tenha confirmado a viabilidade do sistema de cultivo em faixas alternadas, alguns aspectos desse sistema ainda não são bem conhecidos. Tem-se constatado que o aumento da população, nesse sistema, propicia aumento na produção de grãos (18). Mas, tendo em vista que a área ocupada por cada um dos componentes é somente uma fração da que ocupariam no sistema exclusivo, acredita-se que a densidade de plantas mais adequada por unidade de área não seja, para o sistema em faixas alternadas, igual à estabelecida para o sistema exclusivo.

Dessa forma, este trabalho procurou estudar o comportamento da associação milho-feijão no sistema de cultivo em faixas alternadas, em cinco densidades de

plantas de milho, comparado com os sistemas intercalar e intercalar de substituição.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Viçosa (MG), na propriedade denominada Fazenda Água Limpa, distante 5,0 km da sede do município, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico.

Viçosa está situada a 20° 45' de latitude Sul e 42° 51' de longitude Oeste, com altitude média de 654 metros; caracteriza-se, climaticamente, por uma temperatura média anual de 19°C, uma precipitação anual de 1.300 a 1.400 mm, ocorrendo maior precipitação no período de outubro a março, e uma umidade relativa do ar de 80 a 85%.

No presente trabalho utilizou-se o cultivar de milho 'Piranão', que se caracteriza pelo porte baixo, conferido pelo gene «braquítico 2» (*br₂*), que promove o encurtamento dos entrenós abaixo da espiga.

O cultivar de feijão utilizado foi o 'Ricobaio 1014', de crescimento indeterminado e porte ereto (tipo II), de alta produtividade no sistema de cultivo exclusivo.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial, com um tratamento adicional e quatro repetições. Os fatores foram três sistemas de cultivos associados milho-feijão e cinco densidades de plantas de milho.

Foram estudados o sistema de cultivo em faixas alternadas, o sistema de cultivo intercalar e o sistema de cultivo intercalar de substituição. O tratamento adicional consistiu em feijão em plantio exclusivo.

O sistema de cultivo em faixas alternadas compreendeu duas fileiras de milho alternadas com quatro fileiras de feijão, com espaçamento único de 0,50 m. Nesse sistema o milho ocupa um terço e o feijão dois terços do terreno.

O sistema de cultivo intercalar consistiu na semeadura do milho e do feijão em fileiras, no mesmo terreno. As fileiras de milho eram espaçadas de 1,0 m entre si, com duas fileiras de feijão entre duas fileiras de milho.

No sistema intercalar de substituição, procedeu-se à semeadura do milho em fileiras espaçadas de 1,0 m, tendo o feijão sido semeado nas entrelinhas do milho, quando este estava na fase final de maturação. As plantas de feijão não obedeceram a um arranjo distinto, tendo sido distribuídas ao acaso entre as fileiras de milho. Nesse sistema, o milho é considerado como se estivesse no sistema exclusivo.

Nos sistemas de cultivo em faixas alternadas e intercalar, o feijão foi semeado na época das «água», junto com o milho, e na época da «seca», quando os grãos de milho já estavam formados e próximos da maturação fisiológica. No sistema intercalar de substituição, o feijão foi semeado somente na época da «seca», sendo esse o sistema mais comum entre os produtores da região.

Nos três sistemas de cultivo associado, milho-feijão, testaram-se cinco densidades de plantas de milho, 2, 3, 4, 5 e 6 plantas por metro, o que propiciou populações de 20, 30, 40, 50 e 60 mil plantas de milho por hectare, nos sistemas intercalar e intercalar de substituição, e 13.333, 20.000, 26.666, 33.333 e 40.000 plantas de milho por hectare, no sistema em faixas alternadas.

Para o feijão, utilizaram-se, em todos os sistemas, as densidades de 12 e 10 plantas por metro, na época das «água» e na época da «seca», respectivamente.

As parcelas de todos os tratamentos tiveram 7,0 m de comprimento e área útil de 15,0 m².

A semeadura foi realizada em 24/10/1977, em sulcos previamente adubados. A adubação básica constituiu-se da aplicação de 6,0 g, por planta de milho, e 1,25 g, por planta de feijão, da fórmula 5-20-10. A adubação em cobertura consistiu na aplicação de 6,0 e 0,625 g de sulfato de amônio por planta de milho e de feijão. A

adubação em cobertura, para o feijão e para o milho, foi feita aos 25 e 37 dias após a emergência.

A semeadura do feijão da «seca», realizada em 29/2/1978, foi feita após a limpeza do terreno sob as plantas de milho, sem preparo do solo e sem adubação básica.

Fez-se, aos 37 dias após a emergência, uma aplicação de 0,75 g de sulfato de amônio por planta de feijão, somente nos sistemas em faixas alternadas e intercalar, para corrigir sintomas iniciais de deficiência de nitrogênio. Durante o transcorrer do ciclo do feijão das «águas» e da «seca», uma capina foi suficiente para manter os tratamentos livres de plantas daninhas.

Para o feijão, foram estudados os seguintes caracteres: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso médio de 100 grãos e produção de grãos.

Avaliou-se, ainda, em percentagem, a eficiência dos sistemas na produção de grãos, pela comparação entre a produção de grãos de feijão no respectivo sistema de cultivo associado e a produção de feijão no sistema exclusivo, em áreas equivalentes.

Para o milho, avaliaram-se os seguintes caracteres: peso médio da espiga, peso médio de 100 grãos, rendimento de grãos na espiga, produção de grãos e produção de grãos por planta.

No cálculo dos dados referentes ao sistema de cultivo em faixas alternadas considerou-se que cada uma das espécies ocupava, isoladamente, toda a área da parcela.

Para a comparação dos sistemas determinaram-se os seguintes parâmetros: produção total de grãos, renda bruta e razão de área equivalente (RAE), para as associações milho-feijão das «águas», milho-feijão da «seca» e milho-feijão das «águas» e da «seca».

A quantificação dos efeitos da densidade de plantas de milho foi obtida através de análises de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Feijão das «Águas»

Durante o desenvolvimento do feijão houve precipitação pluvial prolongada e abundante, resultando em pouca luminosidade para a cultura, o que favoreceu crescimento vegetativo intenso e acamamento de plantas em todos os tratamentos.

No Quadro 1 encontram-se os valores médios relativos aos caracteres estudados do feijão das «águas», nos dois sistemas de cultivos associados estudados.

Houve efeito significativo de sistemas ($P < 0,01$) na produção de grãos. O sistema em faixas alternadas teve, em média, uma produção 55,0% superior à obtida no sistema intercalar.

A diferença na produção de grãos resultou do efeito significativo do sistema no número de vagens por planta ($P < 0,01$), no número de grãos por vagem ($P < 0,05$) e no peso médio de 100 grãos ($P < 0,01$).

No sistema em faixas alternadas, o feijão ocupou dois terços da área e tinha dois terços da população de plantas do sistema intercalar. Como não houve diferença entre os sistemas na sobrevivência de plantas, o maior número de vagens por planta (78,7%) e o maior número de grãos por vagem (20,0%), no sistema em faixas alternadas, compensaram a menor área ocupada pelo feijão nesse sistema, propiciando-lhe maior número de vagens (20,0%) e de grãos (45,5%) por hectare, o que, multiplicado pelo maior peso médio de 100 grãos (6,0%), resultou numa produção de grãos superior à obtida no sistema intercalar.

QUADRO 1 - Valores médios dos caracteres avaliados do feijão das "água", em dois sistemas de cultivos associados em cinco densidades de plantas de milho*

Caracteres	Sistemas	
	Intercalar	Em faixas alternadas
Produção de grãos (kg/ha)	387 b	602 a
Número de vagens por planta	4,7 b	8,4 a
Número de grãos por vagem	2,53 b	3,06 a
Peso médio de 100 grãos (g)	15,88 b	16,91 a
Eficiência dos sistemas (%)	34,4 b	81,1 a

* Na linha, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A densidade de plantas de milho por metro teve efeito altamente significativo ($P < 0,01$) na eficiência dos sistemas na produção de grãos e efeito significativo ($P < 0,05$) no peso médio de 100 grãos.

Os efeitos da densidade de plantas de milho, nos dois sistemas, foram avaliados por meio de análise de regressão.

Verifica-se, na Figura 1, que o aumento da densidade de plantas de milho diminuiu a produção de grãos do feijão das «água» nos dois sistemas. O aumento de duas para seis plantas de milho por metro provocou reduções de 27,0 a 72,0% na produção de grãos nos sistemas em faixas alternadas e intercalar.

O número de vagens por planta teve comportamento distinto nos dois sistemas. Enquanto no sistema em faixas alternadas não se verificou o efeito da densidade, no sistema intercalar o número de vagens por planta decresceu de forma linear (Figura 2). O aumento da densidade de plantas de milho de duas para seis plantas, nesse sistema, provocou um decréscimo de 65,8% no número de vagens por planta.

Da mesma forma, o aumento da densidade provocou decréscimo linear no peso médio de 100 grãos no sistema intercalar (Figura 3) e não teve efeito no sistema em faixas alternadas.

A comparação das produções de grãos de feijão, através do teste t, revelou a superioridade do sistema exclusivo (1117 kg/ha) sobre os sistemas de cultivos associados. A associação com o milho induziu reduções de 35,0% e 44,8% na produção de grãos de feijão na menor densidade e de 52,9 e 84,6% na maior densidade de plantas de milho, no sistema em faixas alternadas e no sistema intercalar.

No sistema em faixas alternadas não houve efeito significativo da densidade sobre os componentes do rendimento, no entanto a produção de grãos apresentou decréscimo linear e significativo de acordo com o aumento da densidade de plantas de milho. Esse comportamento resultou da tendência de decréscimo nos componentes do rendimento. Mesmo esses componentes não apresentando significância, seus efeitos multiplicativos influenciaram a produção de grãos.

Os dados anteriores e os encontrados na literatura (1, 3, 6, 7, 14, 15) evidenciam que a produção de grãos de feijão, na época das «água», nos sistemas de cultivos associados estudados depende da densidade de plantas de milho. Entretanto, é

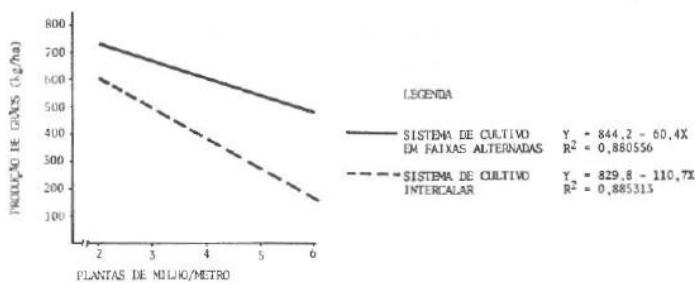


FIGURA 1 - Produção de grãos do feijão das "água", em kg/ha, em função da densidade de plantas de milho.

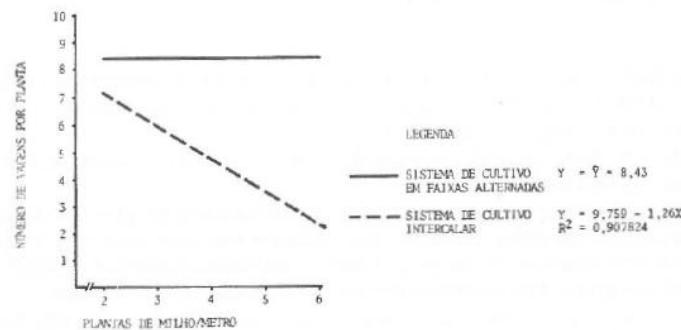


FIGURA 2 - Número de vagens por planta do feijão das "água", em função da densidade de plantas de milho.

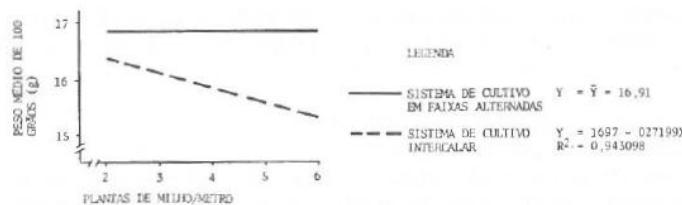


FIGURA 3 - Peso médio de 100 grãos (g) do feijão das "água", em função da densidade de plantas de milho.

importante observar que no sistema de cultivo em faixas alternadas a produção de grãos é condicionada pela densidade de plantas de milho e pela área ocupada pelo feijão, ao passo que no sistema intercalar é regulada somente pela densidade de plantas de milho.

Tendo em vista que, para o feijão, o número de plantas foi diretamente proporcional à área ocupada nos diferentes sistemas, a comparação das produções de grãos obtidas nos sistemas de cultivos associados com a obtida no sistema exclusivo, em áreas equivalentes, evidencia a maior eficiência do feijão, no sistema em faixas alternadas, em produção de grãos e uso da terra, em relação ao sistema intercalar (Figura 4). Esse parâmetro mostra que, em média, a competição com o milho por fatores de crescimento foi causa da redução de 18,9 e 65,6% na produção de grãos de feijão nos sistemas em faixas alternadas e intercalar (Quadro 1).

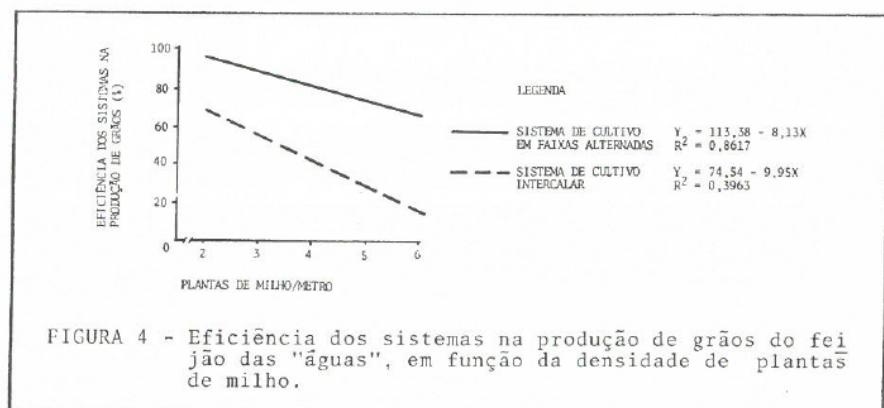


FIGURA 4 - Eficiência dos sistemas na produção de grãos do feijão das "água's", em função da densidade de plantas de milho.

Tendo em vista que os fatores do solo foram iguais em todos os tratamentos, supõe-se que as maiores produções de grãos obtidas no sistema em faixas alternadas e no sistema intercalar, nas menores densidades de plantas de milho, tenham resultado da maior disponibilidade de luz para as plantas de feijão. Quanto a esse aspecto, verificou-se que o milho começou a sombrear o feijão por volta de 35 dias após a emergência. A partir desse período, possivelmente, a taxa assimilatória líquida do feijão diminuiu gradativamente, ocorrendo um suprimento de assimilados insuficiente para o desenvolvimento normal das plantas, o que se refletiu na determinação dos componentes do rendimento. Isso foi mais evidente no sistema intercalar, em que a competição por luz pareceu ser mais intensa.

Somando-se à possível diminuição da radiação para o feijão, nos sistemas de cultivos associados, o excesso de chuvas favoreceu o acamamento das plantas, que ocorreu no início do florescimento do feijoeiro no sistema intercalar e durante a formação de vagens no sistema em faixas alternadas e que pode ter contribuído para a maior abscisão de flores, principalmente no sistema intercalar.

Os dados deste trabalho evidenciam que a pressão de competição exercida pelo milho sobre o feijão é menos intensa no sistema em faixas alternadas, quando comparada com a que ocorre no sistema intercalar, o que propicia àquele sistema maiores produções de grãos no período das «água's», embora o aumento da densidade de plantas de milho diminua a produção de grãos de feijão nos dois sistemas.

3.2. Feijão da «seca»

A distribuição de chuvas durante o desenvolvimento do feijão da «seca» foi irregular, ocorrendo deficiência de água no solo durante o mês de março e no início

do mês de abril, o que, aliado à queda de temperatura a partir de março, pode ter contribuído para a baixa produção de grãos nessa época.

No Quadro 2 encontram-se os valores médios dos caracteres avaliados do feijão da «seca», nos três sistemas de cultivo associado, em cinco densidades de plantas de milho.

Houve efeito significativo do sistema sobre o número de vagens por planta ($P < 0,01$). No entanto, não houve efeito significativo sobre a produção de grãos.

Embora o sistema em faixas alternadas tivesse somente dois terços da população de plantas de feijão utilizada nos demais sistemas de cultivos associados, a maior sobrevivência, 19,6% superior à do sistema intercalar e 22,0% superior à do sistema intercalar de substituição, atenuou o efeito da menor população. Por outro lado, o número de vagens por planta, 44,4 e 25,8% superior ao encontrado nos sistemas intercalar e intercalar de substituição, aliado à maior sobrevivência das plantas, compensou a menor área ocupada, propiciando o mesmo número de vagens por hectare.

O sistema intercalar teve menor número de grãos por vagem do que o encontrado no sistema em faixas alternadas, que foi inferior ao obtido no sistema intercalar de substituição. Não houve efeito da densidade de plantas de milho sobre os caracteres estudados.

A produção de grãos de feijão no sistema de cultivo exclusivo (727 kg/ha) foi significativamente maior que as obtidas nos sistemas de cultivos associados, pelo «teste t», a 1% de probabilidade. A associação com o milho reduziu a produção de grãos de feijão em 50,7, 59,4 e 56,1%, nos sistemas intercalar de substituição, intercalar e em faixas alternadas, respectivamente.

A maior produção de grãos no sistema exclusivo, em relação aos sistemas intercalar e intercalar de substituição, resultou da maior sobrevivência das plantas e do maior número de vagens por planta verificados naquele sistema. O menor número de vagens por planta e a menor população de plantas determinaram a menor produção de grãos no sistema em faixas alternadas, em relação ao sistema exclusivo.

A comparação da produção de grãos dos sistemas de cultivos associados com a obtida no sistema exclusivo, em áreas equivalentes, evidenciou a maior eficiência do sistema em faixas alternadas na produção de grãos de feijão na época da «seca». Talvez, também como ocorreu com o feijão das «águas», devido à maior disponibilidade de luz.

O comportamento dos sistemas de cultivos associados, quanto à produção de grãos de feijão no período da «seca», observado neste trabalho, está de acordo com os resultados de SERPA (15). Provavelmente, ocorreu interação dos efeitos dos fatores de crescimento sobre o comportamento do feijão. É possível que a menor sobrevivência de plantas de feijão nos sistemas intercalar e intercalar de substituição tenha resultado de uma maior cobertura do solo pelo milho, nesses sistemas, no estádio inicial de desenvolvimento do feijão. Por outro lado, a menor precipitação pluvial verificada durante o mês de março e no início de abril deve ter beneficiado o feijão nas maiores densidades de milho, compensando dessa forma a menor disponibilidade de luz.

No sistema em faixas alternadas, após a colheita do milho, as plantas foram dobradas, para permitirem maior disponibilidade de luz para o feijão. Esse procedimento pode ter anulado o efeito da densidade sobre a produção de grãos de feijão.

A inexistência de efeitos do sistema de cultivo associado e da densidade de plantas de milho na produção de grãos sugere que, também para o feijão da «seca», a pressão de competição exercida pelo milho foi menos intensa no sistema de cultivo em faixas alternadas. Por outro lado, no sistema intercalar de substituição, a disposição das plantas de feijão ao acaso entre as fileiras do milho deve ter retardado e propiciado menor competição intra-específica, além de que, nesse sis-

QUADRO 2 - Valores médios dos caracteres avaliados do feijão da "seca", em três sistemas de cultivo associados, em cinco densidades de plantas de milho*

Características	Sistemas		
	Intercalar de substituição	Intercalar	Em faixas alternadas
Produção de grãos (kg/ha)	358 a	295 a	319 a
Número de vagens por planta	3,1 b	2,7 b	3,9 a
Número de grãos por vagem	3,56 a	3,12 c	3,34 b
Peso médio de 100 grãos (g)	20,8 a	21,5 a	20,8 a
Eficiência dos sistemas (%)	49,2 b	40,5 b	65,9 a

* Na linha, as médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

tema, qualquer réstia de luz pode ser interceptada pelas folhas do feijoeiro. Essas situações podem ter determinado que esse sistema tivesse uma produção de grãos semelhante à dos outros sistemas, mesmo sem adubaçâo.

3.3. Milho

Nas condições da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, vários trabalhos têm demonstrado que a presença do feijão não exerce influência na produção de grãos de milho nos sistemas de cultivos associados (1, 14, 15). Tendo em vista que, no sistema de cultivo intercalar de substituição, durante o seu desenvolvimento, o milho não teve a concorrência do feijão e que este só foi semeado entre as fileiras quando o milho estava no estádio final de maturação, para fins desta discussão esse sistema será denominado sistema de cultivo exclusivo.

Houve efeito significativo do sistema sobre produção de grãos ($P < 0,01$), peso médio de 100 grãos ($P < 0,01$), peso médio da espiga ($P < 0,01$), produção de grãos por planta ($P < 0,01$), rendimento de grãos na espiga ($P < 0,01$) e eficiência na produção de grãos ($P < 0,05$).

No Quadro 3 encontram-se os valores médios dos caracteres avaliados nos três sistemas de cultivo, em cinco densidades de plantas de milho por metro.

Os sistemas exclusivo e intercalar tiveram produção de grãos semelhante e ao mesmo tempo superior à obtida no sistema em faixas alternadas, não obstante este tivesse maior peso médio da espiga e maior peso médio de 100 grãos.

A inexistência de diferença significativa entre as médias de produção de grãos dos sistemas exclusivo e intercalar confirma os dados, obtidos na região, de que a associação com o feijão não acarreta reduções na produção de milho (1, 14, 15).

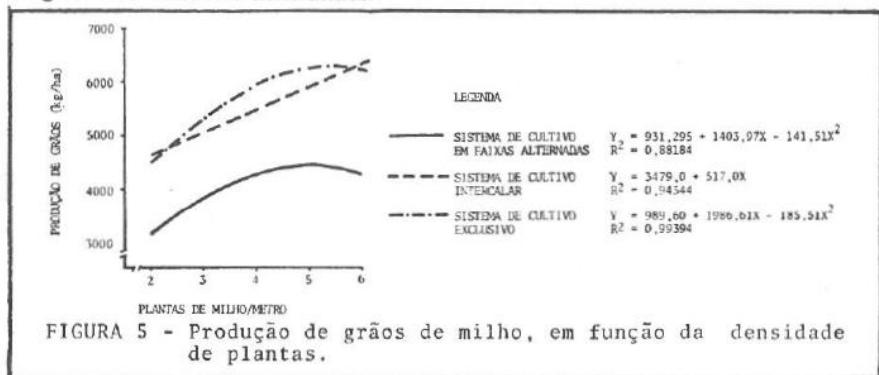
O peso médio de 100 grãos e o peso médio da espiga do sistema em faixas alternadas, apesar de serem maiores, não foram suficientes para compensar o menor número de plantas nesse sistema, que foi apenas dois terços do encontrado nos sistemas exclusivo e intercalar.

Os valores de produção de grãos por planta e de eficiência do sistema na produção de grãos foram maiores no sistema em faixas alternadas.

Foi significativo o efeito da densidade sobre todos os caracteres estudados ($P < 0,01$), exceto rendimento de grãos na espiga e eficiência na produção de grãos.

Pela Figura 5, verifica-se que o aumento da densidade de plantas tendeu a aumentar a produção de grãos de milho nos três sistemas. No entanto, enquanto nos sistemas exclusivo e em faixas alternadas a produção de grãos aumentou até a densidade de 5,29 e 5,35 plantas por metro, no sistema intercalar ela apresentou crescimento linear. Não há explicação conclusiva para este fato!

O sistema de cultivo em faixas alternadas apresentou as menores produções de grãos em todas as densidades.



QUADRO 3 - Valores médios dos caracteres avaliados em três sistemas de cultivo de milho, em cinco densidades de plantas*

Características	Sistemas de Cultivo		
	Exclusivo	Intercalar	Em faixas alternadas
Produção de grãos (kg/ha)	5597 a	5547 a	4000 b
Peso médio da espiga (g)	173,0 b	175,0 b	194,0 a
Peso médio de 100 grãos (g)	31,6 b	32,9 b	35,8 a
Rendimento de grãos na espiga (%)	83,7 a	83,5 a	78,0 b
Produção de grãos por planta (g)	155,0 b	153,0 b	168,0 a
Eficiência dos sistemas (%)	---	99,6 b	108,2 a

* Na linha, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na mesma densidade de plantas por metro, o sistema em faixas alternadas, com espaçamento único de meio metro, propiciou um número de plantas por metro quadrado duas vezes maior do que o encontrado nos dois outros sistemas, em que o espaçamento entre fileiras foi de um metro. Mas, como, nesse sistema, o milho ocupa somente um terço da área, a população de plantas por hectare é dois terços da encontrada nos sistemas exclusivo e intercalar. Entretanto, verifica-se que, apesar da diferença na disposição das plantas, a produção de grãos de milho no sistema em faixas alternadas apresentou a mesma tendência observada no sistema exclusivo.

O peso médio da espiga, nos sistemas exclusivo e intercalar, decresceu com o aumento da densidade (Figura 6), mas, no sistema em faixas alternadas, houve um crescimento até a densidade de 3,09 plantas por metro, verificando-se decréscimo posteriormente.

No sistema em faixas alternadas, na menor densidade, o maior número de plantas com duas espigas determinou a competição entre espigas na mesma planta, propiciando-lhes menor peso médio. Com o aumento da densidade, diminuiu o número de espiga por planta, o que possibilitou o aumento do peso médio destas. Novos aumentos na densidade diminuíram o peso médio da espiga, devido a um aumento na competição entre as plantas, como deve ter ocorrido nos sistemas exclusivo e intercalar. Por outro lado, o decréscimo menos acentuado no peso médio da espiga, no sistema intercalar, em relação ao plantio exclusivo, provavelmente resultou do efeito da adubação nitrogenada adicional, proveniente da «cobertura» sobre a leguminosa.

Pela Figura 7, verifica-se que o efeito da densidade de plantas no peso médio de 100 grãos foi semelhante nos três sistemas. O maior peso médio de 100 grãos, no sistema em faixas alternadas, pode ter resultado principalmente da disposição das plantas e da época da colheita. Nos sistemas exclusivo e intercalar, a permanência do milho no campo, após a maturação, pode tê-lo exposto ao ataque de insetos, que, danificando o grão, diminuíram o seu peso. Possivelmente, no sistema intercalar, a aplicação adicional de nitrogênio em cobertura propiciou o aumento do peso médio de 100 grãos nas menores densidades, em relação ao sistema exclusivo. Com o aumento da densidade o peso médio de 100 grãos decresceu abruptamente até o nível do encontrado no sistema exclusivo.

O efeito da densidade de plantas de milho sobre a produção de grãos, verificado neste trabalho, está de acordo com os resultados obtidos em estudos de populações de plantas de milho (1, 10).

A comparação das produções de grãos de milho provenientes dos sistemas de cultivos associados com a obtida no sistema de cultivo exclusivo, em áreas equivalentes, evidencia que a produção relativa do sistema em faixas alternadas, em que o milho ocupa um terço da área, é 114 e 116% superior à verificada nos sistemas exclusivo e intercalar. No entanto, embora indique eficiência do milho, no sistema em faixas alternadas, na utilização da área, esse parâmetro não indica seu desempenho no aproveitamento dos recursos disponíveis nos diferentes sistemas de cultivos associados. Dessa forma, a comparação das produções de grãos por planta, possivelmente, sugere com mais clareza a eficiência dos sistemas na produção de grãos de milho.

O sistema de cultivo em faixas alternadas teve produção por planta de milho significativamente mais elevada do que as obtidas nos sistemas exclusivo e intercalar. Pela comparação das produções por planta dos sistemas de cultivos associados, tendo a obtida no sistema exclusivo como padrão, verificou-se que as plantas de milho, no sistema em faixas alternadas, foram mais eficientes na produção de grãos do que no sistema intercalar. Entretanto, embora esse sistema tivesse decréscimo mais acentuado na produção de grãos por planta com o aumento da densidade (Figura 8), esta não teve efeito na eficiência na produção de grãos.

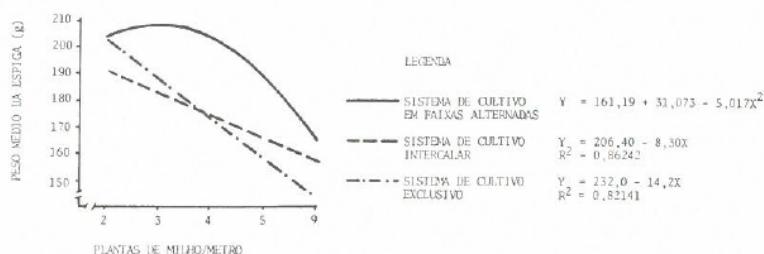


FIGURA 6 - Peso médio da espiga, em função da densidade de plantas de milho.



FIGURA 7 - Peso médio de 100 grãos, em função da densidade de plantas de milho.

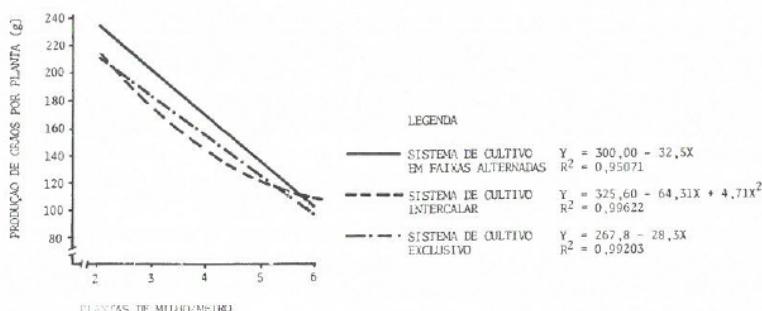


FIGURA 8 - Produção de grãos por planta, em função da densidade de plantas de milho.

Em vista disso, verifica-se que o sistema em faixas alternadas tem potencial para aumentar a produção de grãos, desde que se utilizem cultivares que possam tirar maior proveito das condições oferecidas ao milho nesse sistema.

Tendo em vista que não houve diferenças entre os sistemas, quanto à sobrevivência das plantas, percentagem de plantas sem espiga e índice de espigas, pode-se afirmar que as menores produções de grãos verificadas no sistema em faixas alternadas foram devidas ao menor número de espigas, condicionado pelo menor número de plantas nesse sistema. Por outro lado, à medida que aumenta o número de plantas por metro, a diferença entre o sistema em faixas alternadas e o sistema exclusivo tende a aumentar (Figura 5), talvez em virtude da competição entre as plantas, possivelmente mais intensa no sistema em faixas alternadas. Nesse sistema o número de plantas por metro quadrado é o dobro do encontrado no sistema exclusivo.

Embora já se tenha demonstrado que o aumento da população aumenta a competição por luz, no sistema em faixas alternadas, devido às suas características, pode ocorrer uma competição mais intensa por fatores do solo. Tem-se verificado que em altas densidades de plantas as raízes tendem a explorar menor volume de solo, o que pode conduzir a uma competição por nutrientes e água. Em certas condições, pode-se estabelecer competição por oxigênio e dificuldades na difusão do gás carbônico no solo.

Os dados obtidos neste trabalho permitem concluir que, para o sistema de cultivo em faixas alternadas, a densidade de plantas de milho por metro mais adequada para a produção de grãos de milho é igual à estabelecida para o sistema exclusivo.

3.4. Sistemas

Na avaliação dos sistemas de cultivos associados, têm-se utilizado, mais frequentemente, a produção total de grãos, a rentabilidade dos sistemas e a razão de área equivalente.

Em cada sistema, o somatório das produções de grãos de milho e de feijão proporciona a produção total de grãos do sistema.

Houve efeito significativo do sistema ($P < 0,01$) e da densidade ($P < 0,01$) sobre a produção total de grãos.

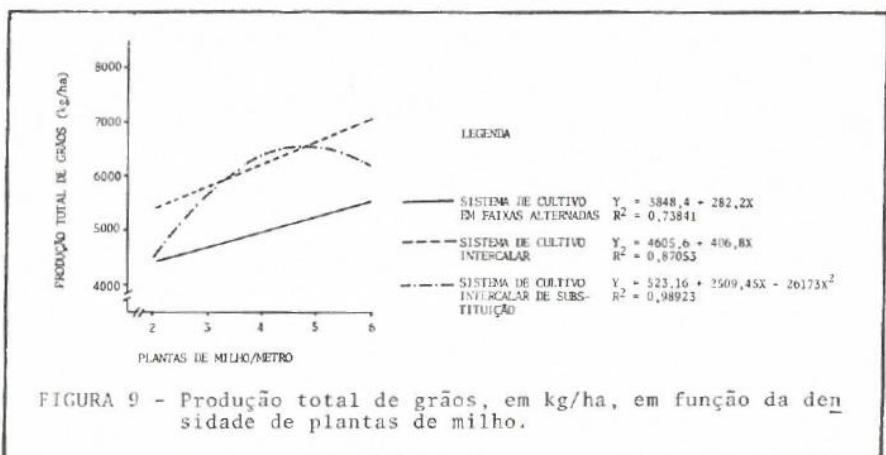
O sistema intercalar teve produção total de grãos média (6232 kg/ha) significativamente superior ($P < 0,05$) à obtida no sistema intercalar de substituição (5855 kg/ha), que superou a obtida no sistema em faixas alternadas (4977 kg/ha), pelo teste de Tukey.

Embora o sistema em faixas alternadas tenha tido uma produção de grãos de feijão, no período das «água», mais elevada do que a obtida nos demais sistemas, esta não foi suficiente para compensar a mais baixa produção de grãos de milho nesse sistema.

O efeito da densidade na produção total de grãos foi avaliado através de análises de regressão.

Na Figura 9, verifica-se que os sistemas intercalar e intercalar de substituição tiveram, para a produção total de grãos, o mesmo comportamento que se verificou para a produção de grãos de milho. Entretanto, no sistema em faixas alternadas, em virtude de ser a produção de grãos de feijão das «água» mais elevada do que o decréscimo na produção de grãos de milho, na maior densidade de plantas desse, a produção total de grãos teve crescimento linear.

Embora a produção total de grãos por unidade de área possa vir a ter grande importância para a disponibilidade de alimentos, no aspecto econômico esse parâmetro não reflete o real desempenho dos sistemas de cultivos associados, pois as culturas componentes do sistema podem apresentar diferenças marcantes no va-



lor comercial dos seus produtos, tal como ocorre com o milho e feijão na região Centro-Sul do Brasil.

Nessas condições, a renda líquida, possivelmente, é o parâmetro mais indicado para medir o desempenho dos sistemas. Entretanto, em vista das dificuldades de estimar com precisão os custos de produção dos três sistemas, procurou-se determinar a renda bruta auferida, utilizando várias relações de preços dos dois produtos.

Partindo de uma análise dos preços pagos, no mercado atacadista, pelo milho e pelo feijão, nos últimos anos, verificou-se que, em média, o feijão teve valor quatro vezes superior ao do milho. Em vista disso, transformaram-se as produções de feijão em produções equivalentes de milho, nas relações de preço 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 e 1:6. Os valores resultantes foram submetidos à análise de variância.

Houve efeito significativo do sistema ($P < 0,01$) e da densidade ($P < 0,01$) para todas as relações de preços. A interação sistemas x densidade foi significativa a 5% de probabilidade nas relações de preços 1:2 e 1:3 e a 1% de probabilidade nas demais relações.

No Quadro 4 encontram-se as rendas brutas auferidas pelos sistemas estudados, em cinco densidades de plantas de milho e nas cinco relações de preços.

Verifica-se que, nos sistemas intercalar e em faixas alternadas, o efeito da densidade na renda bruta tende a se anular à medida que a relação de preços aumenta. Isso se deve às produções de grãos mais elevadas obtidas com o feijão das «água», que compensaram as produções mais baixas do milho nas menores densidades de plantas de milho.

No sistema intercalar de substituição, como não influenciou a produção de feijão (neste sistema o feijão é semeado somente na época da «seca»), a densidade de plantas de milho constitui ganho adicional e a densidade mais adequada para a obtenção de renda bruta mais elevada é a estabelecida para a produção de grãos de milho, independentemente da relação de preços.

Pela comparação das rendas brutas auferidas pelo sistema numa mesma densidade e relação de preços, verifica-se que o sistema intercalar tende a ter renda bruta mais elevada nas menores relações de preços. No entanto, o sistema em faixas alternadas equipara-se ao sistema intercalar e supera o sistema intercalar de substituição nas maiores relações de preços, independentemente da densidade de plantas de milho.

Os dados obtidos neste trabalho, quanto à renda bruta, indicam que a densidade de plantas de milho e a relação de preços podem constituir variáveis impor-

QUADRO 4 - Renda bruta, em Cr\$/ha, obtida em três sistemas de cultivos associados milho:feijão, em cinco densidades de plantas de milho e cinco relações de preços, considerando o preço do milho como Cr\$ 1,00/kg*

Relação de preços milho:feijão	Sistema (1)	Densidade de plantas de milho por metro				
		2	3	4	5	6
1:2	S	C 4881 b	B 5923 b	AB 6783 a	A 6985 a	AB 6493 b
		B 6059 a	A 7049 a	A 6717 a	A 7398 a	A 7361 a
		B 4049 c	A 5502 b	A 6399 a	A 6078 b	A 6328 b
	I	C 5204 b	B 6276 b	AB 7142 a	A 7369 ab	AB 6865 b
		B 6935 a	AB 7910 a	AB 7345 a	A 8012 a	AB 7806 a
		B 6320 a	AB 6463 b	A 7367 a	AB 6885 b	AB 7129 ab
	F	C 5227 b	BC 6629 b	AB 7500 a	A 7752 a	AB 7237 b
		A 7811 a	A 8772 a	A 7973 a	A 8625 a	A 8251 a
		A 7331 a	A 7425 b	A 8336 a	A 7691 a	A 8021 ab
1:3	S	C 5849 b	BC 6982 c	AB 7859 b	AB 8136 b	AB 7609 b
		A 8686 a	A 9656 a	A 8601 ab	A 9239 a	A 8697 ab
		A 8341 a	A 8387 b	A 9504 a	A 8498 ab	A 8912 a
	I	B 6172 b	AB 7315 b	A 8218 b	A 8519 b	A 7982 b
		A 9562 a	A 10496 a	A 9220 ab	A 9852 a	A 9142 ab
		A 9343 a	A 9349 a	A 10135 a	A 9304 ab	A 9804 a
	F					
1:4	S					
	I					
	F					
1:5	S					
	I					
	F					
1:6	S					
	I					
	F					

* Na linha, os valores subpostos à mesma letra maiúscula não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Na mesma densidade e relação de preços, os valores seguidos da mesma letra minúscula não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(1) S = sistema de cultivo intercalar de substituição, I = sistema de cultivo intercalar, F = sistema de cultivo em faixas alternadas.

tantes para a escolha do sistema de cultivos associados.

Através da relação RAE (prod. milho associado ÷ prod. milho exclusivo) + (prod. feijão associado ÷ prod. feijão exclusivo), calculou-se a razão de área equivalente (RAE), consideradas isoladamente as associações milho-feijão das «água», milho-feijão da «seca» e milho-feijão das «água» e da «seca», submetendo-se os valores obtidos à análise de variância.

Houve efeito significativo do sistema nas associações milho-feijão da «seca» ($P < 0,01$) e milho-feijão das «água» e da «seca» ($P < 0,01$) e efeito de densidade nas associações milho-feijão das «água» ($P < 0,01$) e milho-feijão das «água» e da «seca» ($P < 0,05$). A interação sistemas x densidades foi significativa somente para a associação milho-feijão das «água» e da «seca» ($P < 0,05$).

As RAE verificadas nos sistemas intercalar e em faixas alternadas, na associação milho-feijão das «água», foram de 1,37 e 1,30 e não diferiram significativamente. No entanto, nas densidades de duas e três plantas de milho por metro, os valores da RAE não diferiram e foram superiores aos encontrados nas densidades de quatro, cinco e seis plantas, que também não diferiram entre si. Os valores encontrados, em ordem crescente de densidade, foram 1,54, 1,41, 1,20, 1,25 e 1,26, respectivamente.

Na associação milho-feijão da «seca», verificou-se a inferioridade do sistema em faixas alternadas, em relação aos sistemas intercalar e intercalar de substituição, que não diferiram entre si. Nessa associação as «RAE» encontradas foram de 1,21, 1,44 e 1,51, respectivamente.

No Quadro 5 encontram-se os valores da associação milho-feijão das «água» e da «seca». De modo geral, verifica-se que o sistema intercalar tende a usar mais eficientemente a terra do que os demais sistemas estudados.

A participação do milho e do feijão na composição da RAE não foi igual nos três sistemas: no sistema em faixas alternadas, o milho e o feijão tiveram participação de intensidade semelhante, ao passo que nos sistemas intercalar e intercalar de substituição o milho predominou. Por outro lado, na associação milho-feijão das «água» e da «seca», o sistema intercalar de substituição tende a ter RAE mais baixa, devido ao fato de que, nesse sistema, a produção de grãos do feijão da «seca» é relacionada com a produção total («água» + «seca») do feijão no sistema exclusivo.

3.5. Considerações Gerais

Os dados obtidos neste trabalho confirmam os encontrados por outros autores, principalmente quanto à produção total de grãos e eficiência na utilização da terra (1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 13).

Pode-se verificar, através da análise do comportamento do feijão e do milho, que nos sistemas associados ocorrem interações das duas espécies. Mas, como o milho tem capacidade competitiva maior, os efeitos da associação são mais acentuados no comportamento do feijão, haja vista que o milho praticamente não teve decréscimos na produção de grãos com a concorrência da leguminosa.

O acentuado decréscimo na produção do feijão, quando em associações com o milho, pode, nas altas relações de preços milho: feijão, contribuir para que, economicamente, os sistemas de cultivo associados não sejam os mais recomendáveis. Nesse aspecto, é importante assinalar que, na relação de preço 1:6, não há diferença entre a renda bruta do feijão no sistema exclusivo e a renda bruta dos sistemas de cultivos associados estudados neste trabalho. No entanto, mesmo nessas condições, os riscos da produção do feijão no sistema exclusivo e a necessidade de milho para complementaridade nutritiva e alimentação dos animais são fatores importantes para a tomada de decisão do pequeno produtor, que se utiliza dos sistemas de cultivos associados, mesmo com renda menor.

QUADRO 5 - Valores da "razão de área equivalente" em três sistemas de cultivo associado, na associação milho-feijão das "águas" e da "seca"*

Sistema (1)	Densidade de plantas de milho/metro					Média (6)
	2	3	4	5		
S	1,17 c	1,19 b	1,19 a	1,20 ab	1,20 a	1,19
I	1,49 a	1,49 a	1,24 a	1,35 a	1,32 a	1,39
F	1,33 b	1,21 b	1,26 a	1,16 b	1,26 a	1,24
Média	1,33	1,30	1,23	1,24	1,26	

* Nas colunas, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(1) S = sistema de cultivo intercalar de substituição, I = sistema de cultivo intercalar, F = sistema de cultivo em faixas alternadas.

Embora tenham melhor utilização da terra, maior produção total de grãos e maior renda bruta, em relação ao sistema exclusivo, os três sistemas de cultivos associados em estudo apresentam diferenças marcantes no custo de produção por hectare. Nesse aspecto, o sistema intercalar de substituição pode apresentar custo de produção mais baixo do que os dos sistemas intercalares e em faixas alternadas, uma vez que é menor o gasto de sementes e fertilizantes, pois o feijão é semeado somente na época da «seca» e somente o milho recebe adubação. Isso pode, de alguma forma, aumentar a renda líquida do sistema, embora a renda bruta possa ser inferior às obtidas com os outros dois sistemas.

Por outro lado, como, no sistema em faixas alternadas, a população de plantas de milho e a população de plantas de feijão são dois terços das existentes no sistema intercalar, o custo de insumos (sementes e fertilizantes) é menor, embora seja mais elevado que no sistema intercalar de substituição. Porém, como o arranjo das plantas permite maiores facilidades no manejo das duas culturas, possibilitando a colheita do milho na época adequada e a mecanização de maior número de operações, o sistema em faixas alternadas pode constituir-se também numa alternativa economicamente viável, embora a sua adoção pelos produtores, a curto prazo, possa sofrer maior resistência. Nesse aspecto, possivelmente, a tomada de decisão do produtor, para a escolha de um sistema de cultivo, deverá levar em consideração outros fatores, além dos discutidos neste trabalho.

Quanto ao efeito da densidade, o comportamento do sistema em faixas alternadas foi semelhante ao dos outros sistemas, e, para produção total de grãos, quatro plantas de milho por metro parece o mais indicado em todos os sistemas.

Não obstante poderem os dados encontrados neste trabalho esclarecer alguns aspectos do comportamento dos sistemas associados, muito ainda se tem de pesquisar para o melhor entendimento desses sistemas.

Tendo em vista as condições do pequeno produtor, acredita-se ser necessário avaliar os sistemas associados sob vários níveis de tecnologia. Por outro lado, parece imprescindível o estudo de genótipos mais adequados a esses sistemas complexos. A semeadura antecipada do feijão, evitando a concorrência do milho, bem como a determinação de novos arranjos, pode vir a melhorar o desempenho dos sistemas de cultivos associados milho-feijão.

Embora os sistemas associados possam ser de ampla utilização, isto só ocorre no grupo dos pequenos produtores. Em vista disso, acredita-se que a geração de tecnologia, nessa área, deva considerar as inter-relações das atividades da propriedade e as necessidades do produtor, sob pena da não-utilização da tecnologia.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Conduziu-se, no município de Viçosa, Minas Gerais, um estudo, em condições de campo, com a finalidade de avaliar o comportamento do milho e do feijão no sistema de cultivo em faixas alternadas, comparado com os sistemas intercalar e intercalar de substituição, em cinco densidades de plantas de milho por metro.

O sistema em faixas alternadas era constituído de duas fileiras de milho alternadas com quatro fileiras de feijão. O sistema intercalar era formado por fileiras duplas de feijão no espaço entre as fileiras de milho. No sistema intercalar de substituição, as plantas de feijão eram dispostas ao acaso entre as fileiras do milho. Nos dois primeiros sistemas, o feijão foi semeado na época das «água» e na época da «seca»; no sistema intercalar de substituição, somente na época da «seca».

A associação com o milho diminuiu a produção de grãos do feijoeiro, que não interferiu na produção de grãos de milho. Na época das «água», o sistema em faixas alternadas foi superior ao sistema intercalar. Na época da «seca» não houve diferença entre os sistemas.

O aumento da densidade de plantas de milho diminuiu a produção de grãos do feijão das «águas», porém não teve efeito na produção do feijão da «seca».

As produções de grãos de milho, nos sistemas intercalar e intercalar de substituição, foram semelhantes e superiores à obtida no sistema em faixas alternadas.

No sistema intercalar, a produção de grãos de milho teve crescimento linear com o aumento da densidade de plantas de milho e, nos sistemas intercalar de substituição e em faixas alternadas, tendeu a decrescer a partir da densidade de, aproximadamente, cinco plantas por metro.

No sistema em faixas alternadas, comparado com o sistema intercalar, o milho e o feijão foram mais eficientes na produção de grãos.

O sistema intercalar teve produção total de grãos superior à do sistema intercalar de substituição, que foi superior ao sistema em faixas alternadas.

Nas relações de preços (milho-feijão) superiores a 1:3, a renda bruta do sistema em faixas alternadas igualou-se às auferidas com o sistema intercalar.

Os valores da razão de área equivalente (RAE) indicaram que os sistemas de cultivos associados são superiores ao sistema exclusivo na utilização da terra.

A densidade de plantas por metro mais adequada para a produção de grãos de milho e para a produção total de grãos, no sistema em faixas alternadas, foi igual à estabelecida nos sistemas intercalar e intercalar de substituição.

5. SUMMARY

(AN EVALUATION OF THREE ASSOCIATED CROPPING SYSTEMS OF MAIZE (*Zea mays* L.) AND BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) WITH DIFFERENT MAIZE PLANT POPULATIONS)

The performances of maize and dry beans were evaluated in three multiple cropping systems at five maize plant densities, and under field conditions at Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The three systems were:

The strip cropping system that consisted of two rows of maize alternated with four rows of beans; the row cropping system as formed by double rows of beans between the rows of maize; and the row-mixed cropping system with beans randomly scattered between the rows of maize. In the strip and row cropping systems, the beans were planted during both wet and dry seasons; whereas in the row-mixed system, beans were planted only during the dry season.

The association of maize and beans affected the production of beans in some instances but did not affect production of maize. The strip cropping system was superior to the row system during the wet season; however, no difference was noted during the dry season. Increased maize plant density decreased bean production during the wet season, but no difference was noted during the dry season.

Production of maize in the row and row-mixed systems was similar and superior to that obtained in the strip system. In the row system, maize grain production increased linearly with increased maize plant density; while in the row-mixed system and the strip system, maize production began to decrease when the density reached five plants per meter.

Maize and beans were more efficient in grain production in the strip system than in the row systems. The row system produced more grain (maize + bean) than did the row-mixed system, which in turn was better than the strip system. Values of equivalent area ratio, indicated that associated cropping is superior in land utilization to sole cropping systems. Optimal maize plant density for maize and for total grain production was the same for all three cropping system.

6. LITERATURA CITADA

1. AIDAR, H. *Estudos de populações de plantas em dois sistemas de culturas associadas de milho e feijão*. Viçosa, U.F.V., 1977. 103 p. (Tese de Doutorado).
2. ANDRADE, A.A., RAMALHO, M.A.P. & ANDRADE, M.J.B. Consociação de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) com cultivares de milho (*Zea mays L.*) de porte diferente. *Agros*, Lavras 4(2):23-30. 1974.
3. DESIR, S. & PINCHINAT, A.M. Producción agronomica y económica de mayz y frijol, segun tipo y población de plantas. *Turrialba* 25(3):237-240. 1976.
4. DUARTE, A.O. *Situação da cultura do feijão em nove Municípios da Zona da Mata de Minas Gerais*. Viçosa, U.F.V., 1977. 33 p. (Tese de Mestrado).
5. EDJE, O.T., MUCHOCHO, L.K. & RAO, Y.P. Effects of mixed cropping of maize and beans on seed yield. *Bean Improvement Cooperative Annual Report*, 19:31-34. 1976.
6. FONTES, L.A.N., GALVÃO, J.D. & COUTO, V.S. Estudo de sistemas culturais milho-feijão no Município de Viçosa, Minas Gerais. *Rev. Ceres* 23(130):484-496. 1976.
7. FRANCIS, C.A., FLOR, C.A. & PRAGER, M. *Contrastes agroeconomicos entre el monocultivo de mayz y la asociación mayz-frijol*. Trabajo presentado en la VII Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Guayaquil, Ecuador, 1976. 23 p. mimeo.
8. FRANCIS, C.A. & PRAGER, M. *Factores agroeconomicos de la asociación frijol-mayz*. Tópico presentado en el Curso Intensivo sobre Producción de Frijol. Cali, Centro Internacional de Agric. Tropical, 1977. 21 p. mimeo.
9. FRANCIS, C.A., FLOR, C.A. & TEMPLE, S.R. Adapting varieties for intercropping systems in the tropics. In: *Multiple Cropping*. American Society of Agronomy, 1976. p. 235-253. (Special Publication Number 27).
10. GALVÃO, J.D., BRANDÃO, S.S. & GOMES, F.R. Efeito da população de plantas e níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos e sobre o peso médio de espiga de milho. *Experientiae*, 9(2):39-82. 1969.
11. HERNANDEZ, S.R. La asociación papa-mayz-frijol una forma de uso intensivo y económico de los recursos de la agricultura de minifundio. *Fitotecnia Latinoamericana*, 11(1):67-71. 1975.
12. HERNANDEZ-BRAVO, G. Los problemas de producción y potenciales del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el tropical bajo. In: *El potencial del frijol y otras leguminosas comestibles en América Latina*. Cali, Centro Internacional de Agric. Tropical, 1973. p. 144-150.
13. LEPIZ, I.R. Asociación de cultivos mayz-frijol. *Agricultura Técnica em México*, 3(3):98-101. 1971.
14. SANTA CECILLA, F.C. *Comportamento de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) de diferentes hábitos de crescimento cultivadas em associação com o milho*. Viçosa, U.F.V., 1977. 83 p. (Tese de Doutorado).

15. SERPA, J.E.S. *Sistemas culturais milho-feijão: Comportamento do milho e do feijão em cultivos exclusivos, consorciados e em faixas alternadas*. Viçosa, U.F.V., 1977. 49 p. (Tese de Mestrado).
16. SPURLING, A.T. Fields trials with Canadian wonder beans in Malawi. *Exp. Agric.* 9(2):97-105. 1973.
17. VIEIRA, C., AIDAR, H. & VIEIRA, R.F. Populações de plantas de milho e de feijão, no sistema de cultura consorciada, utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. *Rev. Ceres* 22(122):282-290. 1975.
18. WILLEY, R.W. & OSIRU, D.S.O. Studies in mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.* 79(3):517-529. 1972.