

SISTEMAS DE CONSÓRCIO DO MILHO, SORGO E FEIJÃO-CAUPI EM SÉRIES DE SUBSTITUIÇÃO

MAIZE, SORGHUM AND COWPEA INTERCROPPING SYSTEMS IN A SERIES OF SUBSTITUTIONS

Francisco José Alves Fernandes Távora^{1*}, Cristiany Sally Albuquerque da Silva², Ervino Bleicher³

RESUMO

O sistema de cultivo em consórcio predomina nas culturas anuais exploradas no Norte e Nordeste do Brasil. O aperfeiçoamento desta prática cultural constitui um tema relevante na pesquisa agrônômica envolvendo grandes culturas nessas regiões. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do consórcio milho (M), feijão-caupi (FC), e sorgo granífero (S) sobre o rendimento de grãos e o uso eficiente da terra. O experimento foi conduzido em Quixadá, Ceará, de março a julho de 2003, em blocos ao acaso, com quatro repetições e doze tratamentos. As espécies foram consorciadas duas a duas em fileiras alternadas em séries de substituição com as seguintes proporções: FC100%; M100%; S100%; M75%+S25%; M50%+S50%; M25%+S75%; M75%+FC25%; M50%+FC50%; M25%+FC 75%; S75%+FC25%; S50%+FC50%; S25%+FC75%. Os rendimentos de grãos das culturas estudadas foram reduzidos nos plantios consorciados em relação aos isolados. No consórcio milho + feijão-caupi as melhores combinações para o rendimento de grãos da leguminosa foram FC75%+M25% e FC50%+M50%. No consórcio feijão-caupi + sorgo, a melhor combinação para o rendimento de grãos do feijão-caupi foi FC75%+S25%. O milho e o sorgo comportaram-se como dominantes quando associados ao feijão-caupi. Os sistemas de cultivo consorciado proporcionaram aumento no uso eficiente da terra nas combinações S50%+FC50%, S75%+FC25%, M50%+FC50% e M75%+FC25%, de respectivamente, 28%, 35%, 22% e 28%.

Palavras chave: Cultivo múltiplo, Feijão macassar, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, *Zea mays* L.

ABSTRACT

Intercropping systems predominate in field crops exploited in North and Northeast of Brazil. The improvement of this crop system is a relevant research subject with field crops in these areas. The objective of this study was to evaluate the effects of the intercropping systems with maize (M), *Zea mays* L., cowpea (FC), *Vigna unguiculata* (L.) Walp. and grain sorghum (S), *sorghum vulgare* L. in seed yield and land equivalent ratio (LER). The experiment was carried out in Quixadá, Ceará, Brazil, from March to July 2003. The experimental design was a complete randomized block with twelve treatments and four replications. The species were intercropped two at a time, in alternate rows in a replacement series in the following proportions: FC100%; M100%; S100%; M75%+S25%; M50%+S50%; M25%+S75%; M75%+FC25%; M50%+FC50%; M25%+FC75%; S75%+FC25%; S50%+FC 50% e S25%+FC75%. Seed yield individually was reduced in all intercropping systems. The best cowpea yields when intercropped with maize were achieved in the proportion F75%+M25% and F50% + M50%. When intercropped with sorghum, the highest cowpea seed yields were achieved in the proportion F75%+S25%. Maize and sorghum showed a decrease in grain yield when intercropped in the lesser proportion or plants (25%). These crops behaved as dominants when intercropped with cowpea. The intercropping systems studied showed an increase in the land equivalent ratio in the crop combinations S50%+F50%, S75%+F25%, M50%+F50% and M75%+F25%, of 28%, 35%, 22% and 28%, respectively.

Key words: Multiple cropping, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

As plantas quando agrupadas no campo, competem entre si pelos fatores de produção (luz, CO₂, água e nutrientes minerais). O nível de produtividade alcançada depende da eficiência com que as plantas agrupadas em cultivo fizerem uso destes fatores. Quando o consórcio é praticado, o que se pretende é reduzir o nível de competição entre as plantas para um dado conjunto de população x arranjo de plantio. Essa situação ocorre em função das diferentes exigências das culturas consorciadas em relação aos fatores de produção já referidos, no tempo e no espaço. Há, no consórcio, uma complementaridade em função das diferenças espaciais e temporais (WILLEY, 1979; ELMORE & JACKOBS, 1984).

Várias opções são utilizadas em sistemas de consórcio, envolvendo diferentes culturas, destacando-se a consorciação entre gramíneas e leguminosas. O consórcio de milho e feijão-caupi constitui uma prática tradicional no Nordeste Brasileiro (TÁVORA & LOPES, 1990), sendo utilizada principalmente pelos pequenos e médios agricultores, que visam minimizar os riscos, maximizar a produção e o melhor aproveitamento dos fatores de produção (RESENDE et al., 1992).

Os sistemas consorciados, em geral, apresentam níveis mais elevados de produtividade da terra e maior estabilidade da produção em relação ao monocultivo (RESENDE et al., 1992).

Tanto nas regiões tropicais úmidas como nas tropicais semi-áridas, pratica-se de forma predominante o sistema de cultivo consorciado em regime de agricultura tradicional. A predominância do uso do consórcio nessas regiões deve-se ao maior rendimento de grãos, maior estabilidade ao longo dos anos e não exigir custos adicionais (RAPOSO et al., 1995; PORTE & SILVA, 1996; FLESCHE 2002).

A procura de cultivos que visem o melhor uso da terra e aproveitamento dos recursos naturais como água, luz, nutrientes e CO₂, é uma importante opção para incrementar a produtividade de alimentos, especialmente em pequenas propriedades rurais onde pratica-se o uso intensivo de mão-de-obra (SILVA et al., 1993).

O feijão-caupi é preferido no consórcio com o milho por ter ciclo vegetativo curto e apresentar baixa habilidade competitiva (CARDOSO et al, 1992).

O feijão-caupi consorciado com outras espécies tem sido objeto de vários estudos, incluindo as culturas da cana-de-açúcar (SOUZA FILHO & ANDRADE, 1985; ANDRADE & VIEIRA, 1990), mandioca (TÁVORA et al., 1989; TÁVORA et al., 1990), mamona (TÁVORA et al., 1988), algodão (SILVA et al., 1990) e milho (OLIVEIRA, 1993).

¹ Engenheiro Agrônomo, PhD, Prof. Titular Dep. de Fitotecnia, Campus do Pici, Bloco 805, UFC, CEP 60455740, tavora@ufc.br

² Engenheira Agrônoma, doutoranda do programa Agronomia/Fitotecnia, UFC

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Prof. Titular Dep. Fitotecnia,UFC, ervino@ufc.br

No Nordeste brasileiro há poucos estudos relativos ao consórcio sorgo com feijão-caupi e sorgo com milho. Este último justifica-se pela combinação de uma cultura resistente à seca (sorgo) com outra susceptível (milho), embora ambas apresentem características semelhantes de porte, morfologia, ciclo e mecanismo fisiológico de captura do carbono atmosférico (C4). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das combinações em consórcio, duas a duas, das culturas do feijão-caupi, sorgo e milho, num estudo em séries de substituição, sobre os componentes de produção, rendimento de grãos e uso eficiente da terra (UET).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Lavoura Seca, no Município de Quixadá-Ceará, Brasil, que se caracteriza pela posição geográfica de 4° 59' de latitude sul de 39° 01' de longitude a oeste de Greenwich, com altitude de 190 metros, apresentando uma temperatura média anual de 27° C e uma precipitação média anual de aproximadamente 880 mm. A região apresenta solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, vegetação xerófila, um clima estépico, semi-árido do tipo BsH, baseado na classificação de Koeppen. O estudo foi conduzido sob condições de sequeiro, de 11 de março a 11 de julho de 2003.

O preparo do solo na área experimental constou de gradagem cruzada. Durante o período de condução do experimento ocorreu um total de precipitação pluvial de 630 mm, assim distribuídos, março: 230 mm, abril: 330 mm, maio: 80 mm e junho: 100 mm.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com doze tratamentos e quatro repetições, formando 48 parcelas constituídas de 6 fileiras de 5,0 m de comprimento com uma área total de 24m² (4,8m x 5,0m) e útil de 16m² (3,2m x 5m).

As culturas do milho (M), feijão-caupi (FC) e sorgo (S) foram consorciadas em fileiras alternadas, semeadas na mesma data, com espaçamentos de 0,80m x 0,20m, para as culturas de milho e feijão-caupi e 0,80 x 0,10m para o sorgo.

Foi utilizado o sistema de séries de substituição com as três culturas combinadas em cultivo consorciado, duas a duas, nas seguintes proporções: FC 100%; M 100%; S 100%; M 75% + S 25%; M 50% + S 50%; M 25% + S 75%; M 75% + FC 25%; M 50% + FC 50%; M 25% + FC 75%; S 75% + FC 25%; S 50% + FC 50%; S 25% + FC 75%.

Utilizou-se a cultivar de feijão cv "EPACE-10", o híbrido de milho "Cargill-435" e o híbrido de sorgo granífero "BR-304".

As culturas do milho, sorgo e feijão-caupi foram semeadas, simultaneamente, no dia 11 de março de 2003. O milho e o feijão-caupi foram semeados em cova com 4 sementes/cova, enquanto que o sorgo foi semeado em sulco de 5 cm de profundidade, com 20 sementes por metro de fileira. O desbaste foi realizado aos 30 dias após a semeadura, deixando para as culturas do milho e feijão-caupi 2 plantas/cova e para o sorgo 10 plantas/m linear. O controle de plantas daninhas foi realizado duas vezes durante todo o ciclo das culturas, por meio de capinas manuais com enxada, para evitar a competição exercida por estas plantas.

Foi considerada a produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) obtido na área útil para avaliar os efeitos dos tratamentos. O feijão-caupi foi colhido em duas etapas, aos 65 e 72 dias após a semeadura (DAS). O sorgo aos 100 DAS e o milho aos 120 DAS.

A altura das plantas de sorgo (do nível do solo até a inserção da panícula) foi obtida a partir de cinco plantas escolhidas aleatoriamente.

Os seguintes procedimentos foram realizados para a obtenção dos componentes de produção: Milho - produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), comprimento de espigas, peso de espigas, peso de grãos/espiga e peso de 100 grãos, obtidos a partir de uma amostragem aleatória de cinco espigas por parcela; Sorgo - produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), comprimento de panículas, peso de panículas, peso de grãos/panícula e peso de 1000 grãos, obtidos a partir da amostragem aleatória de cinco panículas por parcela; Feijão-caupi - produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), comprimento de vagem, peso de vagens, número de grãos/vagem, peso de grãos/vagem, peso de 100 grãos e rendimento de grãos/vagem, obtidos a partir de uma amostra aleatória de quinze vagens por parcela.

Os sistemas de cultivo consorciados foram avaliados para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) através do uso eficiente da terra (UET), calculado através da seguinte fórmula (ANDREWS & KASSAM, 1976)

Com o objetivo de verificar a significância dos efeitos dos sistemas de cultivo, efetuou-se a análise de variância. Os contrastes entre as variáveis avaliadas foram estabelecidos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

$$UET = \frac{\text{Produtividade de grãos da cultura A consorciada}}{\text{Produtividade de grãos da cultura A solteira}} + \frac{\text{Produtividade de grãos da cultura B consorciada}}{\text{Produtividade de grãos da cultura B solteira}}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Componentes de produção e rendimento

Os componentes de produção para o feijão-caupi, não foram influenciados pelos sistemas de plantio (Tabela 1). Os valores médios de comprimento de vagem, peso de vagem, número de grãos/vagem, peso de grãos/vagem, peso de 100 grãos e o rendimento grãos/vagem, nos sistemas de plantio solteiro e consorciado com as culturas do sorgo e milho foram, respectivamente, de 21,06cm, 3,74g, 16,02g, 2,93g, 18,49g e 78,14%. Os dados sugerem uma grande estabilidade dessas variáveis frente aos diferentes sistemas de plantio utilizados. SOUZA et al. (2004), encontrou resultado semelhante quando avaliou os componentes de produção desta cultura consorciada com o milho.

Ao contrário, o rendimento de grãos/ha sofreu grande influência dos sistemas de plantio empregados (Tabela 2). Tanto o milho como o sorgo determinaram reduções no rendimento do feijão-caupi. Essas reduções aumentaram quando a proporção do feijão-caupi no consórcio diminuía progressivamente em relação à cultura consorciada. REIS et al. (1985) observaram que a utilização de maior população de plantas de feijão-caupi contribuiu para menor redução de sua produtividade, não afetando o desempenho do milho. O sorgo determinou maior redução na produção do feijão-caupi que o milho. Na proporção FC 75%/S 25% e FC 75%/M 25%, constataram-se reduções na produção de feijão-caupi de 62% e 38%, respectivamente. A redução na produtividade do feijão-caupi, quando associada ao milho ou sorgo pode ser explicada devido à sua menor habilidade competitiva pelos fatores de

produção, destacando-se água, nutrientes e luz, este último resultante do sombreamento causado pelas culturas mais altas, afetando a atividade fotossintética do feijão-caupi. O efeito negativo da competição entre essas espécies consorciadas provavelmente contribuiu para uma menor

eficiência do feijão nesse sistema de plantio. Entre espécies C₃ e C₄ existem diferenças bioquímicas que concorrem para que as C₄ sejam mais eficientes, principalmente em condições de alta luminosidade.

Tabela 1 - Comprimento de vagem (CV), Peso de vagem (PV), Número de grãos/vagem (NGV), Peso de grãos/vagem (PGV), Peso100 grãos (PCG) e Rendimento grãos/vagem (RGV) da cultura do feijão-caupi (FC) em consórcio com milho (M) e sorgo (S) em ensaio em séries de substituição.

Componentes de Produção	FC	FC / M	FC / M	FC / M	FC / S	FC / S	FC / S
	100%	75%/25%	50%/50%	25%/75%	75%/2%	50%/50%	25%/75%
CV (cm)	20,84 a	20,56 a	20,90 a	21,11 a	21,06 a	21,60 a	21,40 a
PV (g)	3,70 a	3,54 a	3,58 a	3,59 a	4,05 a	3,91 a	3,86 a
NGV	16,56 a	15,88 a	15,65 a	14,60 a	16,65 a	16,20 a	16,63 a
PGV (g)	2,91 a	2,78 a	2,82 a	2,74 a	3,17 a	3,04 a	3,05 a
PCG (G)	17,84 a	17,36 a	18,56 a	19,12 a	19,06 a	18,91 a	18,59 a
RGV (%)	78,78 a	78,55 a	78,57 a	76,15 a	78,39 a	77,54 a	79,03 a

Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Rendimento do feijão-caupi consorciado em séries de substituição com milho e sorgo.

Proporções das culturas	Kg/ha		%
	Consortiado com milho		
FC 25%/M 75%	263,25 c		26
FC 50%/M 50%	368,25 c		37
FC 75%/M 25%	625,00 b		62
Consortiado com sorgo			
FC 25%/S 75%	262,25 c		26
FC 50%/S 50%	267,50 c		27
FC 75%/S 25%	378,00 c		38
FC 100%	1003,25 a		100

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

As produções biológicas e econômicas das culturas dependem diretamente do aproveitamento da luz, resultante da interceptação pela folhagem e da eficiência com que a energia luminosa é convertida em energia química dos constituintes vegetais. Vários estudos têm indicado que o sombreamento do milho é o principal redutor da produtividade do feijão-caupi no consórcio, em decorrência do sombreamento (WILLEY & OSIRU, 1972; AIDAR & VIEIRA, 1979; SILVA & VIEIRA, 1981; SILVA, 1982; PORTES & CARVALHO, 1983; ARAÚJO et al., 1983; RESENDE et al.; 1992; SOUZA et al., 2004). Esses relatos foram confirmados pelo presente estudo. Além disso, o milho é considerado uma espécie fortemente competitiva por CO₂ e luz (WILLEY & OSIRU, 1972) e por causa do sistema radicular mais adensado é favorecido em relação à leguminosa na absorção de água e nutrientes (OFRI & STERN, 1987).

A Figura 1 mostra a evolução do rendimento do feijão-caupi (obtida e esperada) nos sistemas de plantio em séries de substituição consorciados com milho. A produção de grãos de feijão-caupi foi inferior à esperada até a redução na proporção de 50%. Nesse caso, houve inibição na produção da leguminosa causada pelo milho. Na combinação M75%/FC25%, os valores obtidos foram próximos aos esperados, não havendo interação de tipo inibitório ou compensatório. O feijão-caupi quando associado ao sorgo, apresentou comportamento semelhante ao consorciado com milho (Figura 2). Entretanto, a depressão causada pelo sorgo no rendimento do feijão-caupi foi maior nas combinações FC

50%/S 50% e FC 75%/S 25%. As Figuras 2 e 3 revelam uma interação compensatória do milho e do sorgo sobre o feijão-caupi, ficando explícito que as gramíneas produziram mais que o esperado, enquanto a leguminosa produziu menos, ao longo das proporções estudadas. Sendo assim, o milho e o sorgo se comportaram como culturas dominantes quando associadas ao feijão-caupi.

Como os componentes de produção estudados não revelaram diferenças significativas entre os sistemas de plantio, pode-se sugerir que o processo inibitório constatado no rendimento do feijão-caupi, respondendo além da redução na proporção de plantas no estande, possa refletir uma menor produção de grãos/planta.

Para a cultura do milho, os componentes de produção sofreram influência do sistema de plantio (Tabela 3). Nos sistemas de plantio solteiro e consorciado com sorgo e feijão-caupi foram obtidos valores médios de 13,63cm, 132,83g, 112,84g, 27,09g para comprimento de espiga, peso de espigas, peso de grãos/espiga e peso de 100 grãos, respectivamente. Verificou-se que o milho quando consorciado ao sorgo, obteve reduções significativas no peso de espiga e peso de grãos/espiga, à medida que a população de plantas de milho diminuía, quando comparadas ao sistema isolado, o que justifica ser o sorgo, uma cultura bastante competitiva, ambas com características morfofisiológicas semelhantes. Vale destacar que no consórcio de milho com feijão-caupi a situação foi contrária, não havendo diferença entre as proporções, quando comparadas à cultura isolada.

Tabela 3 - Comprimento da espiga (CE), Peso da espiga (PE), Peso de grãos por espiga (PGE), Peso de 100 grãos (PCG) da cultura do milho (M) em consórcio com sorgo (S) e feijão-caupi (FC).

Componentes	M	M/S	M/S	M/S	M/FC	M/FC	M/FC
de produção	100%	75%/25%	50%/50%	25%/75%	75%/25%	50%/50%	25%/75%
CE (cm)	14,3 a	12,5 b	13,8 a	12,3 b	13,6 a	14,4 a	14,3 a
PE (cm)	145,4 ab	120,9 cd	123,0 cd	110,0 d	133,2 bc	150,2 a	147,1 ab
PGE (g)	124,4 a	102,9 bc	102,7 bc	94,1 c	111,5 b	127,8 a	126,5 a
PCG (g)	27,5 abc	25,3 abc	25,6 abc	25,10 c	27,0 abc	30,2 a	28,7 ab

Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

A variável rendimento de grãos de milho mostrou significância para os sistemas de plantio estudados (Tabela 4). Tanto o sorgo quanto o feijão-caupi determinaram reduções no rendimento do milho. Este, quando associada ao sorgo, apresentou reduções, variando de 16% a 79%, sendo observado que o milho em menor proporção (25%) em relação ao sorgo (75%), alcançou perdas maiores em seu rendimento, podendo tal resposta ser explicada pela grande competição exercida pelo sorgo, em maior densidade de plantio. Na associação do milho + feijão-caupi, observaram-se reduções significativas de 57% na proporção M 25%/FC 75%, ficando evidente que o consórcio dessas duas culturas, em níveis de substituição, não comprometeu o rendimento da gramínea em relação ao plantio exclusivo, até a proporção de 50% de cada

cultura. Diversos estudos também mostraram um menor efeito depressivo da leguminosa sobre a gramínea (AIDAR & VIEIRA, 1979; ARAÚJO et al., 1983; OLIVEIRA, 1993; e SOUZA et al., 2004, quando estudaram o consórcio de milho e feijão-caupi.

A Figura 4 apresenta os rendimentos de milho e sorgo (obtidos e esperados) nos diferentes sistemas de plantio. Pode-se observar que o rendimento obtido do milho alcançou valores superiores ao esperado, na proporção de M 75%/S 25%. Nas outras combinações, os valores obtidos foram próximos ao esperado, não havendo inibição ou compensação no rendimento das culturas nas diferentes proporções de consórcio.

Tabela 4 - Rendimento (kg/ha) do milho (M) consorciado em sistema de Substituição com feijão-caupi (FC) e sorgo (S)

Combinações	Kg/ha		%
	ConSORCIADO COM FEIJÃO-CAUPI		
M 25%/FC 75%	939,50 d		43
M 50%/FC 50%	1878,25 bc		85
M 75%/FC 25%	2237,75 a		102
	ConSORCIADO COM SORGO		
M 25%/S 75%	453,25 e		21
M 50%/S 50%	1126,75 d		51
M 75%/S 25%	1847,00 c		84
M 100%	2203,25 ab		100

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Na cultura do sorgo, os componentes de produção não sofreram alterações em resposta ao plantio consorciado com milho e feijão-caupi (Tabela 5). A altura das plantas, comprimento de panícula, peso de panícula, peso de grãos/panícula, peso de 1000 grãos, no plantio solteiro e consorciado com as culturas do feijão-caupi e milho foram, em média respectivamente, 2,28m, 23,18cm, 40,41g, 32,80g, 27,48g. A ausência de significância demonstra grande estabilidade frente aos diferentes sistemas de plantio utilizados. Souza (2003), também relata grande estabilidade

dos componentes de produção do sorgo em plantio solteiro e consorciado com feijão-caupi e milho.

O rendimento de grãos do sorgo revelou efeito significativo para os sistemas de plantio utilizados (Tabela 6). O milho causou maior redução na produção do sorgo, quando comparado com o feijão-caupi que causou reduções em torno de 51% apenas na proporção de S 25%/FC 75%, tendo as demais proporções proporcionado um efeito positivo no rendimento do sorgo, com ganhos de 1% e 9% em S 50%/FC 50% e S 75%/FC 25%, respectivamente.

Tabela 5 - Altura das plantas (AP), Comprimento das panículas (CP), Peso das panículas (PP), Peso de grãos por panícula (PGP), e Peso de 1000 grãos (PMG) da cultura do sorgo (S) em consórcio com milho (M) e feijão-caupi (F).

Componentes	S	S/M	S/M	S/M	S/FC	S/FC	S/FC
de produção	100%	75%/25%	50%/50%	25%/75%	75%/50%	50%/50%	25%/75%
AP (m)	2,26 a	2,31 a	2,26 a	2,24 a	2,35a	2,32a	2,24a
CP (cm)	23,15 a	24,44 a	22,32 a	22,87 a	23,69a	23,22a	22,63a
PP (g)	36,36 a	39,82 a	36,60 a	38,90 a	45,15a	44,30a	41,77a
PGP (g)	28,59 a	32,08 a	29,33 a	31,54 a	36,07a	37,30a	34,66a
PMG (g)	27,91 ^a	27,36 a	26,53 a	25,62 a	26,15a	28,45a	30,35a

Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Rendimento do sorgo consorciado em sistema de séries de substituição com feijão-caupi e milho (kg/ha).

Combinações	kg/ha	
	Conso-	%
	Conso-	
S 25%/FC 75%	1104,75 b	49
S 50%/FC 50%	2284,50 a	101
S 75%/FC 25%	2461,25 a	109
	Conso-	
S 25%/M75%	705,00 b	31
S 50%/M50%	1101,75 b	49
S 75%/M25%	1750,00 ab	77
S 100%	2258,00 a	100

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

O consórcio com o milho contribuiu para um efeito negativo na eficiência do sorgo, reduzindo seu rendimento na faixa de 23% a 69%, dependendo da proporção das culturas. Essa resposta pode ser explicada pelo fato das culturas pertencerem a mesma família e concorrendo proximamente pelos fatores bióticos e abióticos. Essas reduções aumentaram à medida que a proporção de sorgo diminuía progressivamente em relação à cultura do milho.

A evolução da produtividade obtida para o sorgo é muito próxima da esperada nas proporções estudadas, deixando evidente que o consórcio de sorgo + milho alcançou um valor um pouco superior ao esperado apenas na proporção de M 75%+S 25% (Figura 3),

Avaliação dos sistemas de cultivo

A avaliação do consórcio milho/feijão-caupi, através do uso eficiente da terra (UET), revelou vantagem sobre os monocultivos para as combinações M75%+F25% (28%) e M50%+F50% (22%). A combinação M25%+F75% proporcionou uma vantagem para o consórcio de apenas 5%.

As análises do UET parcial mostram que a cultura do milho nas proporções de 75% e 50% em relação ao feijão-caupi comportou-se como dominante (Tabela 7).

Os dados analisados coincidem com os apresentados por OLIVEIRA (1993); RAPOSO et al. (1995) e SOUZA et al. (2004) quando encontraram índices de UETs superiores à unidade no consórcio de milho+feijão-caupi, com vantagem variando de 17 a 95%.

A avaliação do consórcio milho + sorgo revelou vantagem em 15% apenas para proporção M75%+S25%. Enquanto que as demais proporções (M50%+S50% e M25%+S75%), não proporcionaram resultados positivos de produtividade da terra em relação aos plantios isolados de cada cultura. A análise dos valores parciais de UET das culturas estudadas, quando consorciadas em iguais proporções (50% para cada cultura), revela a ausência de dominação de uma cultura sobre a outra (Tabela 7). Esses resultados são esperados em função das semelhanças com relação à morfologia e fisiologia das espécies de milho e do sorgo.

O índice de UET para o consórcio de sorgo/feijão-caupi revelou vantagem de produtividade da terra em relação aos respectivos monocultivos nas proporções de F50%+S50%, em 28% e F25%+S75%, em 35%. Já na proporção F75%+S25%, o índice foi inferior à unidade, caracterizando desvantagem desta combinação em relação aos seus respectivos monocultivos.

Com relação aos valores de UET parciais, foi observado que a cultura do sorgo, nas proporções de 75% e 50%, quando consorciado com feijão-caupi, comportou-se como cultura dominante (Tabela 7).

MACHADO et al. (1987), observaram no consórcio de feijão-caupi com o sorgo, valor de UET superior à unidade em 16%, tendo a gramínea se comportado como espécie dominante. OLIVEIRA (1993) e SOUZA (2003) encontraram resultados semelhantes ao presente estudo, quando estudaram o uso eficiente da terra no consórcio de feijão-caupi com sorgo, em iguais proporções.

Tabela 7 - Uso eficiente da terra (UET) no consórcio milho (M) + feijão-caupi (FC), milho (M) + sorgo (S) e sorgo (S) + feijão caupi (FC)

Combinações	UET parcial			UET total
	Milho	Feijão-caupi	Sorgo	
M75% + FC25%	1,02	0,26	-	1,28
M50% + FC50%	0,85	0,37	-	1,22
M25% + FC75%	0,43	0,62	-	1,05
M75% + S25%	0,84	-	0,31	1,15
M50% + S50%	0,51	-	0,49	1,00
M25% + S75%	0,21	-	0,77	0,98
FC75% + S25%	-	0,38	0,49	0,87
FC50% + S50%	-	0,27	1,01	1,28
FC25% + S75%	-	0,26	1,09	1,35

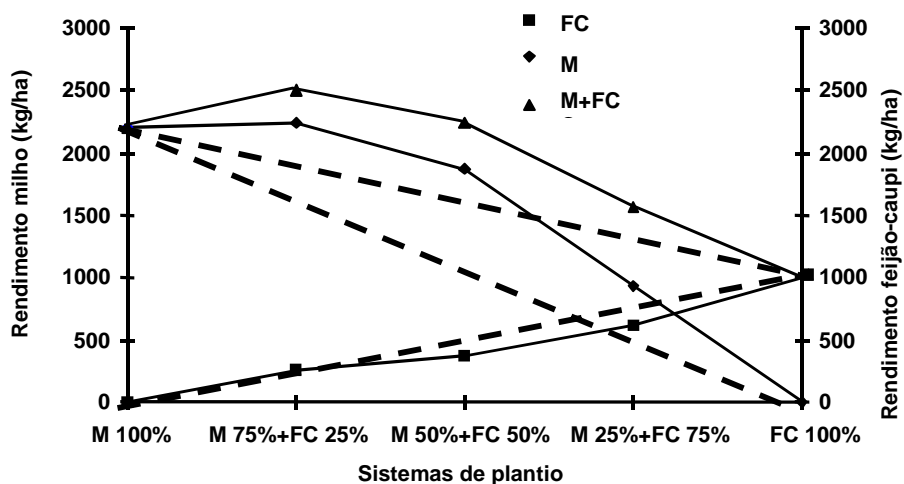


Figura 1 – Rendimento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) do feijão-caupi e do milho submetidas ao plantio consorciado em série de substituição (linhas cheias representam dados obtidos; linhas pontilhadas, dados esperados).

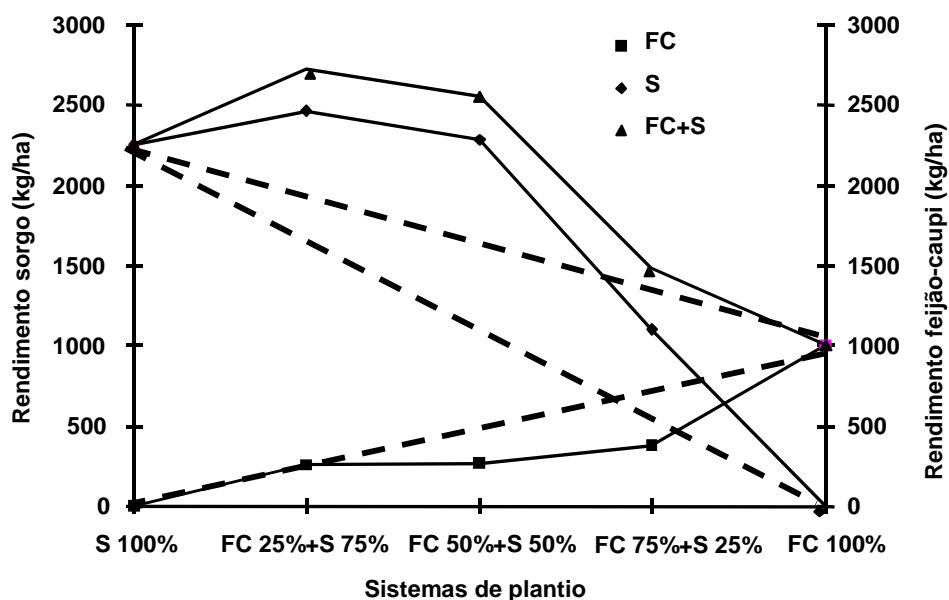


Figura 2 – Rendimento ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) do feijão-caupi (FC) e do sorgo (S) submetidas ao plantio consorciado em série de substituição (linha cheia representa rendimento obtido; pontilhada, rendimento esperado).

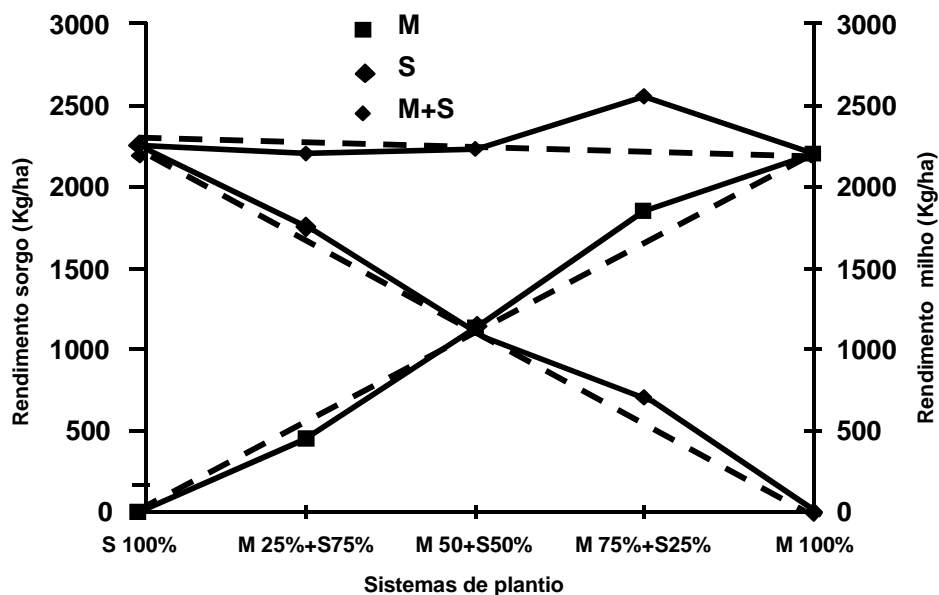


Figura 3 – Rendimento (Kg. ha^{-1}) do milho e do sorgo submetidos ao plantio consorciado em série de substituição (linhas cheias representam rendimento obtido; pontilhadas, rendimentos esperados).

CONCLUSÕES

Quando analisada isoladamente, a produtividade de grãos/ha das culturas consorciadas do milho, sorgo e feijão caupi, semeadas em séries de substituição, apresentaram reduções em relação aos respectivos monocultivos.

O uso eficiente da terra revela vantagens variando de 5 a 28% para os sistemas de cultivo consorciado entre o feijão caupi e o milho, dependendo da proporção das culturas na associação.

O consórcio feijão caupi com sorgo não mostrou-se eficiente apenas quando o primeiro foi semeado na maior proporção (75%).

O consórcio sorgo com milho apresentou os piores resultados, com uma pequena vantagem em produtividade de grãos/ha (15%) sobre os respectivos monocultivos, apenas quando o milho foi semeado na proporção de 75%.

O milho e o sorgo comportaram-se como culturas dominantes quando associados ao feijão-caupi.

O milho foi a única cultura a apresentar reduções em alguns componentes de produção quando consorciado com o feijão caupi ou sorgo.

O milho e o sorgo apresentaram a mesma habilidade competitiva no consórcio, com um decréscimo no rendimento proporcional à redução na população de plantas.

Recomenda-se o consórcio do milho ou sorgo com feijão caupi, utilizando-se uma proporção deste último não superior a 50% na associação.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, D.J.; KASSAN, A.H. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: STELLY, M.

Multiple Cropping. Madison, American Society of Agronomy, 1976, p. 1-10.

AIDAR, H.; VIEIRA, C. Cultura associada de feijão e milho. III. Efeitos de populações de plantas sobre o feijão da seca. **Revista Ceres**, Viçosa, v.26, n.147, p.465-473, 1979.

ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, C. Avaliação de sistemas de plantio consorciado do feijão com cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v.37, n.214, p.526-533, nov.1990.

ARAÚJO, A.G. A. et al. Cultura associada de feijão e milho. IV. Efeito do espaçamento entre covas de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.30, n.171, p.394-397, 1983.

CARDOSO, M.J. FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A.B.; MELO, F.B. População de plantas no consórcio milho x feijão macassar sob regimes de sequeiro e irrigado. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.23, n.1/2, p.21-31, jun/dez, 1992.

ELMORE, R.W.; JACKOBS, J.A. Yield and yield component of sorghum and soybeans of varying plant heights when intercropped. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.561-565, 1984.

FLESCH, R.D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.51-56, 2002.

MACHADO, C.M.N.; FLECK, N.G.; SOUZA, R.S. Eficiência na utilização da terra, rendimento e componentes do rendimento de culturas em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22 n.11/12, p.1167-1183.1987.

OFRI, F.; STERN, W.R. Relative sowing time and density of component crops in a maize/ cowpea intercrop system. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.23, p.41-52, 1987.

OLIVEIRA, F.J. Combinações de espaçamentos e populações de plantas de caupi e de milho em monocultura e

- consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.8, p.931-945, ago.1993.
- PORTE, T.A.; CARVALHO, J.R.P. 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.
- PORTE, T.A.; SILVA, C.C. Cultivo consorciado. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p.619-638.
- RAPOSO, J.A. A. SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; et al. Consórcio de milho e feijão em diferentes arranjos e populações de plantas, em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.639-647, maio. 1995.
- REIS, W.P.; RAMALHO, M.A.P.; CRUZ, J.C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.5, p.575-584, 1985.
- RESENDE, P. M.; ANDRADE, M.J.B. de.; ANDRADE, L.A. de B. Consórcio soja-milho. II. Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16,n.3, p.333-341, jul/set.1992.
- SILVA, C.C.; VIEIRA, C. Cultura associada de feijão e milho. V. Avaliação de um sistema. **Revista Ceres**, Viçosa, v.28, n. 156, p.194-206, 1981.
- SILVA, F.P. da. TÁVORA, F.J.A.F.; VIEIRA, F.V.; COSTA NETO, F.V. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios com feijão caupi, sorgo, gergelim e milho. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.21, n.1/2, p.65-74, jun/dez, 1990.
- SILVA, P.R.F.; TREZZI, M.M.; WOLLMANN, L.M. Cultivo de milho em consórcio de substituição de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.3, p.295-301, 1993.
- SOUZA, M.L. O. **Efeito do consórcio de feijão-de-corda com milho e o sorgo granífero no rendimento, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas**. 2003. 90p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.
- SOUZA, M.L. de O. TÁVORA, F.J.A.F.; BLEICHER, E.; PITOMBEIRA, J.B. Efeito do consórcio do milho (*Zea mays* L.) com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.35, p.196-205, 2004.
- SOUZA FILHO, B.F.; ANDRADE, M.J.B. de. Sistema de produção de feijão em consórcio com a cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.343-348, 1985.
- TÁVORA, F.J.A.F. MELO, F.I.O.; SILVA, F.P.; BARBOSA FILHO, M. Consórcio da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.19, n.2, p.85-94, dez.1988.
- TÁVORA, F.J.A.F.; LOPES, L.H. de O. Deficiência hídrica no consórcio milho x caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.7, p.1011-1022, jul.1990.
- WILLEY, R.W.; OSIRU, D.S.O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.79, p.571-629, 1972.
- WILLEY, R.W. Intercropping – Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, Hurley, Berkshire, v.32, n.1, p.1-13, 1979.