

INFLUÊNCIA DE POPULAÇÃO E GENÓTIPO DE SORGO GRANÍFERO NA PRODUÇÃO DE FEIJÃO CULTIVADO EM CONSÓRCIO^{1/}

José Jorge Tavares Filho ^{2/}
Luiz Antônio Nogueira Fontes ^{3/}
José Domingos Galvão ^{3/}
Alcides Reis Condé ^{4/}

1. INTRODUÇÃO

A associação de culturas é uma prática tradicional, principalmente entre pequenos agricultores, uma vez que o consórcio propicia o uso mais racional dos recursos ambientais, possibilitando uma estabilidade da renda familiar do agricultor ao longo dos anos (1, 6).

O consórcio apresenta diversas vantagens, tais como melhor interceptação da energia solar, melhor utilização dos nutrientes do solo, uso mais eficiente da umidade, maior índice de uso eficiente da terra (UET), melhor utilização da mão-de-obra e diminuição dos riscos de perda (10).

O Brasil é o principal produtor de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), sendo toda a produção consumida internamente. Oitenta por cento do feijão é cultivado em associação com outras culturas, principalmente com o milho (12). Já o sorgo vem

^{1/} Parte da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa.

Aceito para publicação em 21-02-1989.

^{2/} Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) — Serra Talhada. Pernambuco. Bolsista do CNPq.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq.

^{4/} Departamento de Matemática da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

sendo cultivado em sistemas exclusivos, principalmente na Região Sul do País. Todavia, em virtude das características de certas áreas de cultivo no Brasil, o sorgo poderá ser cultivado em pequenas propriedades e envolvido em consórcios.

Essa gramínea tem dado resultados promissores em cultivos consorciados, principalmente em regiões de clima tropical semi-árido, por apresentar boa capacidade de adaptação, uma vez que é menos influenciada pelas condições climáticas do que o milho e algumas culturas (6, 8, 11).

Para se obterem bons rendimentos em culturas consorciadas, é necessário determinar a população ideal, o espaçamento e o arranjo adequado para cada região. Para o conhecimento desses fatores, é fundamental o estudo de parâmetros, como precipitação pluvial, incidência de luz, temperatura, direção e velocidade do vento e área foliar, entre outros (5).

A escolha de culturas para serem consorciadas depende de fatores físicos, como condições de solo, temperatura e distribuição de chuvas; de fatores sociais, como hábitos alimentares e disponibilidade de mão-de-obra; e de fatores econômicos, como transporte e preço no mercado.

Uma vez conhecidas as vantagens que podem ser obtidas no sistema de cultivo consorciado, os trabalhos de pesquisa devem visar, dentre outros aspectos, à variabilidade genotípica (altura e arquitetura) e à escolha de espécies e/ou culturais que melhor se adaptem à associação e às populações mais viáveis.

Com base nessas considerações, procurou-se desenvolver um estudo de viabilidade do consórcio sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench) — feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), com vistas a avaliar os efeitos da associação, população e genótipos de sorgo granífero sobre a produção e outros caracteres agronômicos das culturas envolvidas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se estudo de campo, no ano agrícola 1983/84, em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Coimbra, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço.

Coimbra está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 715 m, e tem como coordenadas geográficas 20°50'30" de latitude Sul e 42°48'30" de longitude a Oeste de Greenwich.

Coletou-se material do solo da área experimental para análises granulométrica e química, cujos resultados indicaram acidez média e teores de P, K, Ca + Mg e Al trocável baixos.

Foram conduzidos dois ensaios de campo, o primeiro instalado na época das «água» (24/11/83) e o segundo na época da «seca» (17/02/84). Os tratamentos do experimento das «água» foram constituídos pela combinação de três genótipos de sorgo granífero com populações de 150.000 e 250.000 plantas/ha e dois sistemas de cultivo, exclusivo e consorciado com feijão, este com população de 87.500 plantas/ha.

No experimento da «seca», os tratamentos foram idênticos aos do experimento das «água», com exceção do genótipo CMS x S347, que foi substituído pelo genótipo G 522 DR, e da população de plantas de feijão, que foi de 125.000 plantas/ha no cultivo consorciado.

Usou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, no arranjo em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas ficaram os três genótipos de sorgo e nas subparcelas as combinações dos dois sistemas de cultivo, exclusivo, e consorciado, com as duas populações de sorgo. No consórcio utilizou-se

o espaçamento único de 0,40 m entre fileiras, no arranjo espacial de duas fileiras de sorgo para duas de feijão. Utilizou-se, em cada bloco, uma parcela adicional com feijão em plantio exclusivo, com populações de 175.000 e 250.000 plantas/ha para os experimentos das «águas» e da «seca». O feijão e o sorgo, em plantios exclusivos, tiveram espaçamentos de 0,40 m e 0,80 m entre linhas, respectivamente.

O cultivar de feijão utilizado foi o 'Negrito 897', de hábito de crescimento (tipo II) indeterminado, porte ereto e ciclo vegetativo de 82 a 94 dias.

Os genótipos de sorgo granífero utilizados foram híbridos simples, sendo o AG 1003 produzido pela Agroceres, o BR 300 e o CMS x S347 pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) e o G522 DR pela Germinal. Foram utilizados 250 kg de sulfato de amônio, 350 kg de superfosfato simples e 70 kg de cloreto de potássio, por hectare, para cada cultura. Aplicou-se 1/4 do nitrogenado no plantio e o restante em cobertura 20 e 30 dias após as emergências do feijão e do sorgo, respectivamente. Semeou-se, para ambas as culturas, excesso de sementes, efetuando-se os desbastes aos 15 e 20 dias de emergência do feijão e do sorgo.

Quando os genótipos de sorgo atingiram 50% de floração, foram amostradas quatro plantas competitivas de cada subparcela, determinando-se-lhes a área foliar. Coletaram-se também, nessa ocasião, folhas de ambas as culturas, para avaliação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio.

Para a cultura do feijão, efetuou-se a medição fotoquímica da luz. A estratificação da luminosidade do dossel foi obtida pelo método colorimétrico, utilizando-se o nitrato de urânio. Solução de 10 ml desse composto, em frasco transparente, hermeticamente fechado, foi colocada na copa e na base do feijoeiro, no período compreendido entre formação de vagens e enchimento de grãos, por um período contínuo de 24 horas, avaliando-se-lhes, em seguida, a absorbância, através de um espectrofotômetro, no comprimento de 460 nm.

Para a cultura do sorgo e do feijão, na área útil das subparcelas, avaliaram-se os seguintes caracteres: «stand» final, produção de grãos em kg/ha e peso de 1000 grãos em grama.

Para a cultura do sorgo, avaliaram-se também: número de panículas, peso de grãos por panícula, número de grãos por panícula e índice de panícula.

Para a cultura do feijão, avaliaram-se, ainda: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, produção de palhada, previamente seca em estufa, a 70°C, até peso constante; índice de colheita, obtido pela razão entre o peso de grãos (na base do material seco) e a produção de matéria seca total (grãos + palhada), em kg/parcela; e índice de uso eficiente da terra (UET), conforme descrito por MEAD e WILLEY (9). Determinou-se também o UET parcial de cada cultura. A contribuição relativa de uma cultura para o UET total foi obtida pela razão entre o seu UET parcial e o UET total do sistema.

No cálculo de índice de Uso Eficiente da Terra obedeceu-se à seguinte fórmula:

$$\text{UET} = \frac{\text{Rend. da cultura A}}{\text{em plantio consorciado}} + \frac{\text{Rend. da cultura B}}{\text{em plantio consorciado}}$$

$$\qquad\qquad\qquad \text{Rend. da cultura A}$$

$$\text{em plantio exclusivo}$$

$$\qquad\qquad\qquad \text{Rend. da cultura B}$$

$$\text{em plantio exclusivo}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento das «Águas»

Tendo em vista o excesso de chuvas no período inicial de estabelecimento das

culturas, o feijão sofreu danos irreversíveis, morrendo muitas plantas entre o período de desbaste e o estádio inicial de floração, razão por que, neste experimento, avaliou-se apenas o sorgo.

No Quadro 1 estão os valores médios de todas as características estudadas na cultura do sorgo granífero, de acordo com os genótipos, populações e sistemas de cultivo.

Quanto ao «stand» final, o genótipo BR 300 foi superior ao AG 1003 e ao CMS x S347, não havendo diferenças entre esses dois últimos. Nota-se, também, que o 'BR 300' apresentou maior número de plantas, até mesmo acima das populações esperadas. Embora o sorgo granífero possua uma tendência de baixo perfilhamento, a provável causa dessa variação nas populações pode ser atribuída ao maior perfilhamento ocorrido nesse genótipo.

Com relação ao número de panículas por hectare, os genótipos BR 300 e CMS x S347 não diferiram estatisticamente, mas foram superiores ao AG 1003. Todavia, quanto ao peso médio de grãos por panícula, o genótipo BR 300 foi superior ao AG 1003, sendo este último superior ao CMS x S347. Observa-se, ainda no Quadro 1, que o aumento da população proporcionou uma redução no peso médio de grãos por panícula, em virtude do aumento de competição intraespecífica em cada genótipo.

O genótipo AG 1003 apresentou maior peso médio de 1.000 grãos, não havendo diferença entre os genótipos BR 300 e CMS x S347.

Observa-se, ainda, que o sorgo, no cultivo exclusivo, apresentou grãos mais pesados que no cultivo consorciado, independentemente dos genótipos e das populações utilizadas.

É provável que o fato de se ter nos dois sistemas de cultivo o mesmo número de plantas de sorgo, sendo as fileiras, no sistema consorciado, dispostas em espaçamentos alternados de 0,40 e 1,20 m, e duas fileiras de feijão no intervalo maior entre fileiras de sorgo, tenha contribuído para o decréscimo no peso médio de 1.000 grãos.

Quando se estudou a interação genótipo x população (Quadro 2), observou-se que o BR 300 atingiu maior número médio de grãos por panícula nas duas populações. Por outro lado, houve uma redução do número médio de grãos por panícula nos três genótipos, quando se elevou a população de 150 para 250 mil plantas por hectare. Essa redução é consequência do aumento da competição intraespecífica de cada genótipo na maior população.

O resultado da aplicação do teste de médias na interação genótipo x população x sistema de cultivo (Quadro 3), para índice de panícula, mostrou que o genótipo BR 300 apresentou os menores valores com a população de 250 mil plantas por hectare, tanto no cultivo exclusivo como no consorciado, o que indica maior número de plantas sem panículas nesse genótipo, nessa população. Tal fato é atribuído à ocorrência de maior perfilhamento desse genótipo, uma vez que o número de plantas por hectare foi superior à população esperada (Quadro 1). Esse percentual de aumento foi de 5,25% na população de 250 mil plantas por hectare. Já na população de 150 mil plantas por hectare, atingiu 11,87%. Contudo, é de esperar que em populações menores ocorra maior perfilhamento; esses perfilhos são vigorosos e emitem panículas praticamente normais.

Observando as médias de produção do Quadro 1, verifica-se que o genótipo BR 300 foi superior ao AG 1003, e este superior ao CMS x S347, com produção de 4880 e 2806 kg/ha, respectivamente. O maior número de plantas, de panículas e de grãos por panícula contribuiu para a superioridade do 'BR 300'.

O cultivo exclusivo mostrou-se superior ao consorciado na produção de grãos,

QUADRO 1 - Valores médios da produção de grãos e de outros caracteres de três genótipos de sorgo granífero, em duas populações e dois sistemas de cultivo, no experimento das "água" (*)

Variáveis	Produção de grãos (kg/ha)	Relação consorcio/exclusivo (%)	"Stand" final (x 1000)	Número de panículas por ha (x 1000)	Peso de grãos por panícula (g)	Peso de 1000 grãos (g)
Genótipos						
AG 1003	3280 b	90,9	181,95 b	176,02 b	19,4 b	17,2 a
BR 300	4880 a	93,7	215,47 a	192,10 a	26,1 a	15,5 b
CMS x S347	2806 c	93,8	196,09 b	189,37 a	15,3 c	15,7 b
Populações						
150.000	3560 a	92,0	154,79 b	149,27 b	23,7 a	16,3 a
250.000	3750 a	93,7	240,88 a	222,50 a	16,8 b	16,0 a
Sistemas de cultivo						
Exclusivo	3791 a		199,32 a	187,81 a	20,5 a	16,5 a
Consorciado	3520 b	92,9	196,35 a	183,96 a	19,7 a	15,8 b

(*) Para cada variável, as médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 2 - Efeito de genótipos e populações de plantas de sorgo granífero sobre o número de grãos por panícula, no experimento das "águas"

Populações	Genótipos		
	AG 1003	BR 300	CMS x S347
150.000	1299,7 aB	1972,4 aA	1103,3 aB
250.000	921,8 bB	1417,6 bA	828,0 bB

(*) As médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, ou linha, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 3 - Efeito de genótipos, sistemas de cultivo e populações de plantas de sorgo granífero sobre o índice de panícula, no experimento das "águas"

Sistemas de cultivo	Populações	Genótipos		
		AG 1003	BR 300	CMS x S347
Exclusivo	150.000	0,979 aA	0,957 aA	0,977 aA
	250.000	0,972 aA	0,866 bA	0,947 aA
Consorciado	150.000	0,993 aA	0,917 aA	0,968 aA
	250.000	0,944 aA	0,863 bA	0,975 aA

Para cada sistema de cultivo, as médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, ou linha, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

com valores médios de 3791 e 3520 kg/ha. O peso de 1000 grãos contribuiu significativamente para a superioridade do cultivo exclusivo. Não obstante a falta de efeito estatístico significativo, observa-se, nos demais componentes da produção avaliados, a tendência de superioridade do cultivo exclusivo sobre o consorciado. É possível que o arranjo espacial das fileiras de sorgo no cultivo consorciado tenha prejudicado esses componentes, o que contribuiu para o decréscimo na produção de grãos, em virtude do aumento da competição intraespecífica.

O arranjo em fileiras duplas no consórcio foi significativamente menos produtivo e atingiu redução da ordem de 7,1%. Todavia, para fins práticos, a diferença de produção entre os dois sistemas de cultivo é pouco expressiva, o que, preliminarmente, indica ser vantajoso o cultivo em fileiras duplas, deixando, assim, espaço entre pares de fileiras, no qual poderá ser colocada a cultura do feijão em consórcio com o sorgo.

3.2. Experimento da «Seca»

3.2.1. Cultura do Sorgo Granífero

No Quadro 4 estão os valores médios de todas as características estudadas na cultura de sorgo granífero, em relação aos genótipos, populações e sistemas de cultivo.

Verifica-se que o «stand» final de cada genótipo no cultivo consorciado foi tão uniforme quanto no cultivo exclusivo, e isto mostra que o sorgo não foi influenciado em sua taxa de sobrevivência pelo feijão durante o convívio, embora a velocidade de crescimento inicial do sorgo seja inferior à do feijão.

As interações genótipo x população e população x sistema de cultivo, em relação ao número de panículas por hectare, podem ser vistas no Quadro 5. Observa-se que apenas na população de 250 mil plantas por hectare o genótipo AG 1003 apresentou maior número de panículas por hectare, em relação ao BR 300. O cultivo consorciado apresentou maior número de panículas, quando comparado com o cultivo exclusivo, o que indica maior número de plantas sem panículas no BR 300 no cultivo exclusivo, na população de 250 mil plantas por hectare, tendo em vista os valores de «stand» final apresentados no Quadro 4.

Quanto ao peso médio de grãos por panícula, o genótipo BR 300 foi superior ao AG 1003 e ao G 522 DR, não havendo diferença entre esses dois últimos (Quadro 4). A população de 150 mil plantas por hectare mostrou-se superior à de 250 mil, com valores de 17,1 e 12,2 g, respectivamente. Para os sistemas de cultivo, o exclusivo foi superior ao cultivo consorciado, com valores de 15,7 e 13,6 g de grãos por panícula, respectivamente. Essa redução no peso de grãos por panícula no cultivo consorciado pode ser atribuída não só à proximidade entre os pares de fileira de sorgo, resultando, portanto, em maior competição intraespecífica, como também à competição do feijão com o sorgo, especialmente nos estádios iniciais de desenvolvimento.

De modo similar ao ocorrido com o peso de grãos por panícula, quando a população foi elevada de 150 para 250 mil plantas por hectare, o peso de 1000 grãos foi reduzido de 18,7 para 18,1 g.

Quando se estudaram os sistemas de cultivo «dentro» de genótipos (Quadro 6), observou-se que o AG 1003 sofreu uma redução no peso de 1000 grãos, quando passou do cultivo exclusivo para o consorciado; no entanto, os genótipos BR 300 e G 522 DR apresentaram grãos menores no cultivo exclusivo. Esse comportamento inverso do 'AG 1003' explica a interação genótipo x sistema de cultivo para esse caráter.

Retornando ao Quadro 4, nota-se que o número de grãos por panícula do genótipo BR 300 foi superior ao do AG 1003 e do G 522 DR, não havendo diferença significativa entre esses dois últimos. Tanto o aumento da densidade como a mudança do cultivo exclusivo para consorciado proporcionaram redução no número de grãos por panícula. Essa redução pode ser atribuída à competição intraespecífica no sorgo com o aumento da população e, também, à competição interespecífica no cultivo consorciado.

O resultado da aplicação do teste de médias na interação genótipo x população x sistema de cultivo (Quadro 7) indica que apenas o genótipo AG 1003, no cultivo exclusivo, reduziu o índice de panícula com o aumento da população de 150 para 250 mil plantas por hectare. Quanto ao cultivo consorciado, verifica-se que a presença do feijoeiro não influenciou o índice de panícula nem mesmo quando se elevou a população do sorgo, o que indica que a possível competição do sorgo gra-

QUADRO 4 - Valores médios da produção de grãos e de outros caracteres de três genótipos de sorgo granífero, em duas populações e dois sistemas de cultivo, exclusivo e consorciado com feijão, no experimento da "seca" (*)

Variáveis	Produção de grãos (kg/ha)	Relação consórcio/exclusivo(%)	"Stand" final (x 1000)	Peso de grãos por panícula (g)	Número de grãos por panícula	Área foliar (dm ² /planta)
Genótipos						
AC 1003	2252 b	80,6	200,63 a	12,8 b	667 b	13,6 b
BR 300	3272 a	93,1	196,87 a	20,1 a	1109 a	18,4 a
G 522 DR	1840 c	80,4	188,36 a	11,0 b	615 b	13,5 b
Populações						
150.000	2423 a	81,9	155,10 b	17,1 a	921 a	15,9 a
250.000	2486 a	87,5	235,47 a	12,2 b	673 b	14,4 b
Sistemas de cultivo						
Exclusivo	2641 a		192,92 a	15,7 a	875 a	16,7 a
Consorciado	2269 b	85,9	197,66 a	13,6 b	719 b	13,6 b

(*) Para cada variável, as médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 5 - Efeito de genótipos, populações e sistemas de cultivo sobre o número de panículas, por hectare, de sorgo, no experimento da "seca" (*)

Variáveis	Populações de plantas de sorgo	
	150.000	250.000
Genótipos		
AG 1003	145.462,5 aB	223.125,0 aA
BR 300	137.962,5 aB	193.587,5 bA
G 522 DR	142.812,5 aB	205.150,0 abA
Sistemas de cultivo		
Exclusivo	145.312,5 aB	202.287,5 bA
Consorciado	138.820,0 aB	212.287,5 aA

(*) Para cada variável, as médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, ou linha, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 6 - Efeito de genótipos e sistemas de cultivo sobre o peso de 1000 grãos de sorgo, no experimento da "seca" (*)

Sistemas de cultivo	Genótipos		
	AG 1003	BR 300	G 522 DR
Exclusivo	19,7 aA	17,4 bA	17,2 bA
Consorciado	18,6 bA	19,1 aA	18,4 aA

(*) As médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, ou linha, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

nífero com o feijão não influiu nesse caráter.

Dentre os três genótipos em estudo, o BR 300 apresentou maior área foliar por planta, havendo similaridade nos valores desse caráter entre os genótipos AG 1003 e G 522 DR (Quadro 4). Esse fato evidencia que o melhor desempenho do BR 300 pode ser atribuído, dentre outros fatores, à sua maior área foliar, com maior distanciamento entre folhas (maior internódio), visto possuir porte superior e número de folhas igual ao dos demais.

O aumento da população de plantas propiciou uma redução na área foliar por planta de 15,92 para 14,40 dm², independentemente dos genótipos em estudo. Esses resultados concordam com os relatados por MACHADO *et alii* (7), que verificaram que, à medida que aumentava a densidade de plantio na linha, obtinham-se plantas com caules mais finos e folhas mais estreitas.

QUADRO 7 - Efeito de genótipos, populações e sistemas de cultivo sobre o índice de panícula, no experimento da "seca" (*)

Sistemas de cultivo	Popula- ções	Genótipos			
		AG 1003	BR 300	G 522 DR	
Exclusivo	150.000	0,983 aA	0,983 aA	0,953 aA	
	250.000	0,876 bA	0,828 aA	0,906 aA	
Consorciado	150.000	0,955 aA	0,831 aA	0,901 aA	
	250.000	0,904 aA	0,838 aA	0,918 aA	

(*) Para cada sistema de cultivo, as médias da mesma coluna, seguidas da mesma letra minúscula, ou linha, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O cultivo exclusivo foi superior ao cultivo consorciado, com valores de 16,7 e 13,6 dm²/planta, respectivamente. Essa redução pode ser atribuída à competição inter-específica e, ou, intraespecífica, conforme o arranjo espacial das fileiras do sorgo no sistema consorciado.

Pelo Quadro 4, percebe-se que a produção de grãos do genótipo BR 300 foi superior à do AG 1003 e a deste, por sua vez, superior à do G 522 DR, com produções de 3272, 2252 e 1840 kg/ha, respectivamente. Os componentes da produção que mais contribuíram para a superioridade da produção de grãos do 'BR 300' foram o peso de grãos por panícula e o número de grãos por panícula.

O aumento da população não incrementou a produção de grãos em nenhum dos sistemas de cultivo estudados.

A redução da produção de grãos do sorgo no cultivo consorciado não pode ser atribuída ao estado nutricional das plantas, como se verifica no Quadro 8, uma vez que os valores de NPK encontrados na análise química foliar estão na faixa considerada adequada (nível crítico) para a cultura do sorgo, ou acima dela, conforme pesquisas anteriores, realizadas por BERNIZ (2), CARVALHO (3) e DANTAS (4), que encontraram valores de 2,1 a 2,9%, para N, de 0,27 a 0,34%, para P, e de 1,37 a 2,70%, para K, com produções de grãos de 5,3 a 6,8 t/ha.

No caso de interesse em obter produções proporcionalmente maiores de sorgo, em relação ao feijão, a população de 250 mil plantas por hectare com o genótipo BR 300 mostra-se preferível à de 150 mil plantas por hectare, em cultivo consorciado com o feijão (Quadro 12), visto que a sua produção de grãos no cultivo consorciado sofreu decréscimo de apenas 0,8%, em relação ao cultivo exclusivo, com um rendimento adicional de 31%, no que tange ao índice de uso eficiente da terra (UET).

3.2.2. Cultura do Feijão

No Quadro 9 estão os valores médios de «stand» final, juntamente com os componentes da produção (número de vagens por planta, grãos por vagem e peso médio de 1000 grãos), produção de palhada e índice de colheita.

Esperava-se que os genótipos de sorgo com alturas diferentes, em duas popu-

QUADRO 8 - Análise química foliar dos genótipos de sorgo grânico, no experimento da "seca"

Variáveis	Teores dos nutrientes na folha (%)		
	N	P	K
Genótipos			
AG 1003	2,87	0,31	1,79
BR 300	3,25	0,33	1,82
G 522 DR	3,32	0,35	1,62
Populações (x 1000)			
150	3,21	0,34	1,76
250	3,08	0,32	1,72
Sistemas de cultivo			
Exclusivo	3,24	0,33	1,78
Consorciado	3,05	0,32	1,70

lações, viam a competir com o feijão de modo diferencial por luz, nutrientes e água. Entretanto, no período compreendido entre a formação de vagens e o enchimento de grãos, avaliou-se a distribuição relativa da luz através do nitrato de urânio (Quadro 10) e verificou-se que não houve influência dos genótipos ou populações de sorgo sobre a quantidade de luz que chegava à copa dos feijoeiros. Já com relação à quantidade de luz que chegava à base (nível do solo) do feijão, percebeu-se maior redução na associação com o genótipo BR 300 na população de 250 mil plantas por hectare. Esta redução, possivelmente, deve ter contribuído para um menor número de vagens por planta, em consequência de uma provável redução na fotossíntese. Ressalta-se, entretanto, que não foi verificada diferença significativa nesse caráter (Quadro 9). Na fase crítica do ciclo da cultura (50% de floração), não só foram determinados os teores dos nutrientes NPK no tecido foliar (Quadro 11), como também ficou comprovado que as percentagens do nutriente na folha do feijão em cultivo consorciado eram semelhantes às do feijão em cultivo exclusivo. Por outro lado, embora a disponibilidade de água para as plantas não tenha sido avaliada, é possível inferir que o suprimento de água pelo solo foi adequado, visto que a produção de grãos do feijão, tanto no cultivo consorciado como no exclusivo, foi satisfatória, com produções médias de 723 kg/ha, no cultivo consorciado, e de 1866 kg/ha, no monocultivo.

O fato de as produções de grãos do feijão consorciado com os genótipos e as populações de plantas de sorgo não terem apresentado diferenças significativas foi consequência não somente do «stand» final do feijão, uniforme para todos os tratamentos, mas também de seus componentes de produção, que não foram influenciados pelas variáveis em estudo. Isto mostra a viabilidade do consórcio de fileiras duplas de sorgo com fileiras duplas de feijão, independentemente dos genótipos de sorgo e dentro de certos limites de populações de sorgo. A maior capacidade de utilização dos recursos naturais pelos genótipos de sorgo no cultivo consorciado é, em parte, responsável pela redução da capacidade produtiva da legume.

QUADRO 9 - Valores médios da produção de grãos e outros caracteres da cultura do feijão da "seca", em consórcio com três genótipos de sorgo granífero, plantados em duas populações de plantas

Genótipos de sorgo	Populações de plantas de sorgo	"Stand" final (x 1000)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Peso de 1000 grãos (g)	Produção de palhada (kg/ha)	Índice de colheita	Produção de grãos (kg/ha)
AG 1003	150.000	119,06	8,07	4,4	178,8	551,9	0,540	752
	250.000	118,44	7,67	4,6	175,1	530,1	0,542	727
BR 300	150.000	120,62	8,42	4,4	165,9	559,2	0,534	744
	250.000	119,69	6,47	4,4	173,5	459,5	0,524.	587
G 522 DR	150.000	120,31	8,00	4,7	170,8	528,5	0,561	780
	250.000	122,81	7,80	4,5	169,5	563,7	0,534	751
Feijão exclusivo	246,88	9,70	4,5	170,4	1336,9	0,548	1866	

QUADRO 10 - Avaliação da distribuição relativa da radiação solar na copa e na base (nível do solo) do feijão da "seca", no período entre a formação de vagens e o enchimento de grãos, em consórcio com três genótipos de sorgo granífero, plantados em duas populações (150 e 250 mil plantas/ha)

Genótipos	Nível de avaliação	Populações	
		150.000	250.000
AG 1003	Copa	99,3	98,6
	Base	76,4	77,8
BR 300	Copa	99,3	100,0
	Base	75,0	62,5
G 522 DR	Copa	100,0	99,3
	Base	79,2	80,5

QUADRO 11 - Resultados da análise química foliar da cultura do feijão, em consórcio com três genótipos de sorgo granífero, plantados em duas populações de plantas, no experimento da "seca"

Genótipos de sorgo	Populações de plantas de sorgo	Teores dos nutrientes na folha (%)		
		N	P	K
AG 1003	150.000	5,70	0,42	2,28
	250.000	5,47	0,39	2,14
BR 300	150.000	5,96	0,42	2,14
	250.000	5,52	0,41	2,19
G 522 DR	150.000	5,47	0,39	2,09
	250.000	5,74	0,38	2,05
Feijão exclusivo		5,51	0,40	2,11

minosa. É importante considerar, todavia, que a menor população do feijão (cerca de 50% da utilizada na cultura exclusiva) foi a principal responsável pela baixa produtividade dessa cultura no cultivo consorciado. Assim, quando se avaliou o efeito do consorciamento na produção de grãos, verificou-se que a produção de grãos do feijão no cultivo consorciado foi em média, 38,7% da obtida no cultivo exclusivo, como pode ser visto no Quadro 12.

3.2.3. Eficiência na Utilização da Terra

O cultivo exclusivo foi superior ao consorciamento, quando se considerou

QUADRO 12 - Índice de uso eficiente da terra (UET), global e parcial, e contribuições relativas das culturas para o UET da associação sorgo + feijão, plantados no período da "seca"

Genótipos	Populações	Feijão		Sorgo		UET da associação relativa
		UET parcial	Contribuição relativa	UET parcial	Contribuição relativa	
AG 1003	150.000	0,403	33,4%	0,804	66,6%	1,21
	250.000	0,389	32,5%	0,809	67,5%	1,20
BR 300	150.000	0,399	31,5%	0,869	68,5%	1,27
	250.000	0,314	24,0%	0,992	76,0%	1,31
G 522 DR	150.000	0,418	34,8%	0,783	65,2%	1,20
	250.000	0,402	32,8%	0,825	67,2%	1,23
Média		0,387	31,5%	0,847	68,5%	1,24

apenas a cultura do sorgo granífero, sendo tal vantagem da ordem de 15,3% a mais, em relação ao consorciado. No entanto, quando se considerou o índice de uso eficiente da terra (UET), verificou-se um ganho adicional médio de 24% em favor do sistema de cultivo consorciado (Quadro 12).

O índice de uso eficiente da terra (UET) foi mais elevado em qualquer um dos sistemas de consórcio, particularmente naquele em que o genótipo de sorgo foi mais produtivo, quando comparado ao do cultivo exclusivo (Quadro 4). O maior UET da associação foi obtido com o genótipo BR 300 na população de 250 mil plantas por hectare (Quadro 12). Esse alto valor do UET foi atribuído ao bom desempenho do BR 300, visto que o UET parcial desse genótipo, nessa população, foi de 0,992, o que permitiu uma contribuição relativa para o UET da associação de 76%. Já o UET parcial do feijão com este genótipo, nesta população, foi de 0,314, com uma participação de 24% para o UET da associação. Os UETs parciais do feijão nos demais sistemas consorciados foram, em média, de 0,40, como uma contribuição relativa média para os UET das associações de 33%.

O «stand» final do feijão, nos sistemas consorciados, foi cerca de 50% daquele do cultivo exclusivo. Se as competições intra e inter-específica atuassem com a mesma intensidade, o rendimento do feijão em consórcio equivaleria à metade do obtido no cultivo exclusivo, ou seja, os UETs parciais seriam iguais a 0,5. Entretanto, os valores obtidos foram inferiores a este, conforme esperado.

Com relação à cultura do sorgo, as populações do cultivo consorciado foram as mesmas do cultivo exclusivo, mudando-se apenas o arranjo espacial das fileiras nos dois sistemas de cultivo, ou seja, fileiras simples e fileiras duplas de sorgo para os sistemas exclusivo e consorciado, respectivamente. Segundo o raciocínio utilizado para analisar a cultura do feijão, independentemente das populações, era esperado que os UETs parciais do sorgo fossem iguais a um. No entanto, os valores obtidos foram em torno de 0,85 (Quadro 12). Isso mostra que houve influência significativa da competição intra e inter-específica.

O maior índice de uso eficiente da terra, verificado nos sistemas de consórcio, foi, pelo menos em parte, resultante de uma melhor interceptação da energia solar pela comunidade mista, em relação ao cultivo exclusivo. Essa superioridade pode ser também atribuída, dentre outros fatores, às diferentes profundidades das raízes das culturas e aos seus diferentes ciclos de crescimento, que resultam num uso mais eficiente dos fatores envolvidos diretamente na produção das culturas.

4. RESUMO

Estudou-se o efeito de três genótipos de sorgo granífero de portes diferentes, em duas populações de plantas (150 e 250 mil plantas/ha) e dois sistemas de cultivo: exclusivo e consorciado com feijão. Utilizaram-se os híbridos simples de sorgo AG 1003, CMS x S347 BR 300, substituindo-se o CMS x S347 pelo G 522 DR no ensaio da «seca». No cultivo exclusivo, o sorgo foi plantado em sulcos espaçados de 0,80 m, ao passo que, no cultivo consorciado, os sulcos foram espaçados de 0,40 m, no arranjo espacial de duas fileiras de feijão para duas de sorgo. Utilizou-se o feijão 'Negrito 897', nas densidades de 87.500 e 125.000 plantas por hectare, no sistema consorciado das «água» e da «seca», respectivamente. Além da produção de grãos, foram estudados alguns caracteres agronômicos das duas culturas e avaliado o índice de uso eficiente da terra (UET). No experimento das «água» avaliou-se apenas o comportamento do sorgo. O arranjo em fileiras duplas (consórcio) pouco influenciou a produção de grãos, em relação ao das fileiras simples

(cultivo exclusivo), com decréscimo de produção de apenas 7,1%. As populações não influenciaram a produtividade do sorgo em nenhum dos experimentos.

O genótipo BR 300 foi superior aos demais em produção de grãos, tanto no experimento das «águas» como no experimento da «seca». O sorgo, independentemente dos genótipos e das populações, produziu mais no cultivo exclusivo do que no consorciado. O feijão da «seca» influenciou negativamente a produtividade do sorgo, exceto o 'BR 300' na população de 250 mil plantas por hectare. Os genótipos e as populações de sorgo influíram de modo semelhante sobre a produção de grãos do feijão da «seca». Os maiores índices de UET foram obtidos com o genótipo BR 300, com valores de 1,27, para a menor população, e 1,31, para a maior. Concluiu-se ser vantajoso o cultivo do sorgo granífero em fileiras duplas, deixando, assim, espaço entre pares de fileiras, no qual poderá ser colocada a cultura do feijão em consórcio com a gramínea.

5. SUMMARY

(EFFECT OF PLANT POPULATION AND GRAIN SORGHUM GENOTYPE ON INTERCROPPED DRY BEAN YIELD)

The effect of three genotypes of grain sorghum was studied in two population densities (150.000 and 250.000 plants/ha) and two cultivation systems: intercropped with bean and sole crop. The genotypes were the single hybrids BR 300, AG 1003, and CMS x S347, with the latter being replaced by G 522 DR in the dry season trial. In sole crop sorghum was planted in rows 0.8 m apart. In the intercropped sorghum rows were planted 0.4 m apart with two rows of beans alternating with two rows of sorghum. Dry bean 'Negrito 897' in the density of 87.500 or 125.000 plants/ha was used in the dry and wet season, respectively. Grain production, agronomic characteristics, and land equivalent ratio (LER) were studied. Only sorghum crop was evaluated in the wet season trial. The sorghum double row (intercropped) arrangement had little influence on the production of grain with respect to the single row in sole crop system. Sorghum yield was not influenced by population density in any experiment. The genotype BR 300 was superior in the production of grain, in both the wet and dry seasons. Independently of genotype and plant population, yield was greater in sole crop than in the intercrop system. Dry bean decreased sorghum yield during the dry season, except for BR 300 at 250.000 plants/ha. Sorghum genotype and plant population had a similar effect on dry bean yield in the dry season. The greatest LER were obtained with the genotype BR 300, with values of 1.27 and 1.31 for the lesser and greater population, respectively. In conclusion, the cultivation of grain sorghum in double rows appears to be advantageous, because the space between the paired rows becomes available for intercropping with beans.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDREWS, D.J. Intercropping with sorghum in Nigeria. *Experimental Agriculture*, 8 (2):139-150. 1972.
2. BERNIZ, J.M.L. Efeito de espaçamento, densidade de plantio e adubação sobre a produção de grãos e alguns caracteres agronómicos do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1976. 26 p. (Tese M.S.).

3. CARVALHO, O.S. Acumulação de matéria seca, produção de grãos, absorção e distribuição de nutrientes em sorgo granífero (*Sorghum bicolor (L.) Moench*), em função de adubação nitrogenada. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1979. 82 p. (Tese M S).
4. DANTAS, J.P. Nutrição mineral e adubação comparada do sorgo granífero (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) e do milho (*Zea mays L.*). Piracicaba, ESALQ/USP, 1982. 126 p. (Tese Doutorado).
5. DUTTA, T.R. & PATI, B.D. Environmental analysis on dryland crops of sorghum and cowpea (pure and mixed). *Annals of Arid Zone*, 19(4):433-435, 1980.
6. LIRA, M. de A.; FARIS, M.A.; ARAÚJO, M.R.A.; VENTURA, C.A. d'O. & MANGUEIRA, O. B. Consociação de sorgo, milho, algodão e feijão macassar. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, 2(2):1531-1563. 1978.
7. MACHADO, J.R.; NAGAGAWA, J.; MARCONDES, D.A.S.; BRINHOLI, O. & ROSELEM, C.A. Efeitos do espaçamento entre linhas e da densidade na linha, no comportamento do sorgo granífero. IN: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, II, Piracicaba, SP, 1976. *Anais ... Piracicaba, ESALQ*, 1978. p. 803-811.
8. MAFRA, R.C.; LIRA, M. de A.; ARCOVERDE, A.S.S.; LIMA, G.R. de A. & FARIS, M.A. O consórcio de sorgo e milho com os feijões de arranca e macassar no Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, 3(1):93-104. 1979.
9. MEAD, R. & WILLEY, R.W. The concept of a land equivalent ratio and advances in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16(3):217-228, 1980.
10. MOHTA, N.K. Intercropping maize and sorghum with soybeans. *Journal of Agricultural Science*, 95(1):117-122. 1980.
11. OSIRU, P.S.D. & WILLEY, R.W. Studies on mixture of dwarf sorghum and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *Journal of Agricultural Science*, 79(3):531-540, 1972.
12. VIEIRA, C. *Cultura do Feijão*. 2.^a ed. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1983. 146 p.