

Estudo sobre densidade de plantio de sorgo e feijão-caupi consorciados no semi-árido brasileiro¹

Study about the intercropping sorghum-cowpea density in brazilian semiarid

Luiz Balbino Morgado²

Resumo - Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da variação da densidade de plantas das culturas do sorgo e caupi, no plantio consorciado, na produção de grãos e de restolho. Foi desenvolvido durante dois períodos chuvosos, em anos consecutivos em condições de sequeiro, e constou da combinação de três densidades de sorgo (25.000; 50.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹) com duas de feijão-caupi (20.000 e 40.000 plantas.ha⁻¹). A densidade de plantas do sorgo teve efeito totalmente adverso em relação ao sorgo e ao feijão-caupi. Enquanto a produção de grãos e restolho de sorgo aumentou significativamente à proporção que o número de plantas por área foi incrementado da menor para a maior densidade, os resultados obtidos mostraram que houve uma tendência de redução na produção de grãos e de restolho do caupi com o crescimento da densidade de plantas do sorgo. Tanto para o sorgo como para o feijão-caupi, a produção de grãos e de restolho por planta decresceu à proporção que suas respectivas densidades de plantas foram aumentadas da menor para a maior, demonstrando uma competição intra-específica. Embora o consórcio tenha apresentado resultados inferiores àqueles do plantio isolado das culturas, ele proporcionou produções médias de grãos e restolho de 63 e 57% e 43 e 53% para o sorgo e o caupi, respectivamente.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, *Vigna unguiculata*, sistema de plantio consorciado.

Abstract - This research work aimed to study the effect of plant density variation of sorghum and cowpea in intercropping system on grain and fodder yields under rainfall conditions. It was comprised by three plant densities (25,000, 50,000 and 75,000 plants ha⁻¹) for sorghum and two plant densities for cowpea (20,000 and 40,000 plants ha⁻¹). Sorghum plant density had adverse effects for the two crops while grain and fodder yields for sorghum increased significantly as the number of plants per area increased from the lowest to the highest. The results obtained for cowpea showed a tendency for reduction in the two productions with the increment of the sorghum plant density. Yields of grain and fodder per plant for sorghum and cowpea decreased as their plant densities were increased. This suggests an intra-specific competition in both species. Although both crops showed lower results under intercropping, compared to sole cropping, they produced average yields for grain and fodder per area corresponding to 63 and 57% for sorghum and 43 and 53% for cowpea.

Index terms: *Sorghum bicolor*, *Vigna unguiculata*, intercropping system.

¹ Recebido para publicação em 30/11/2005; aprovado em 29/07/2006.

² Eng. Agrônomo, Ph. D., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP: 56302-970, Petrolina-PE, e-mail: lmorgado@cparamsa.embrapa.br

Introdução

O sorgo é uma cultura que, por apresentar elevada tolerância ao déficit de umidade no solo, é cultivada em regime de sequeiro das regiões semi-áridas de vários países da África e da Ásia (Morgado, 2005). Tradicionalmente, o milho é a gramínea mais usada nos sistemas de plantio consorciado praticados pelos agricultores do Semi-Árido brasileiro (Rao & Morgado, 1984). Contudo, ele é bastante exigente em água, com alto risco de perda para áreas com precipitação pluvial inferior a 500 mm e evapotranspiração potencial superior à quantidade de chuva registrada no mesmo período (Porto et al., 2003). O feijão-caupi é uma leguminosa que faz parte da dieta do povo nordestino, sendo importante por apresentar, também, alta tolerância à seca, com a maior parte de sua produção de grãos obtida na zona semi-árida do Nordeste brasileiro.

As culturas gramíneas têm um papel importante na atividade pecuária, fornecendo forragem para alimentação dos rebanhos, principalmente nas regiões onde existe o risco de ocorrência de secas periódicas, como as zonas áridas e semi-áridas do Sahel, na África, na Índia e no Nordeste brasileiro, onde os agricultores, após a colheita dos grãos, fornecem os restos de culturas como alimento para os animais no período seco do ano (Rao, 1986).

Os trabalhos sobre consorciação de culturas que envolvem o sorgo no Nordeste brasileiro não têm enfatizado a variação na densidade de plantas (Lira et al., 1978; Mafra, et al., 1979a; Faris et al., 1977; Faris et al., 1983), que é um dos principais fatores de produção quando o sistema de plantio envolve espécies com diferentes características e necessidades (Barker & Francis, 1986).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da combinação de diferentes densidades de plantas das culturas do sorgo e feijão-caupi no sistema de plantio consorciado quanto a produção de grãos e de restolho, em comparação ao plantio solteiro das culturas.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental da Caatinga, da Embrapa Semi-Árido, município de Petrolina-PE (Latitude: 09°09' S, Longitude: 40°22' W, Altitude: 365,5 m), durante o período chuvoso dos anos de 1984 e 1985. A precipitação média anual é 490 mm e as chuvas concentram-se nos meses de janeiro a março. O solo é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico, textura franco-arenosa, com 42,0 mg.dm⁻³ N, 2,45 mg.dm⁻³ P, 2,6 mmol_c.dm⁻³ K, 27 mmol_c.dm⁻³ Ca, 7,5 mmol_c.dm⁻³ Mg e pH 5,5.

No sistema de plantio consorciado, as três densidades de plantas para o sorgo corresponderam a um quarto (25.000 – S1), metade (50.000 – S2) e três quartos (75.000 plantas.ha⁻¹ – S3) da densidade recomendada para o plantio solteiro, que é 100.000 plantas.ha⁻¹. Para o feijão-caupi consorciado, as densidades corresponderam à metade (20.000 – C1) e ao total da densidade recomendada para o plantio solteiro (40.000 plantas.ha⁻¹ – C2). Foram incluídos dois tratamentos com o sorgo e o feijão-caupi solteiros nas densidades recomendadas. As diferentes densidades de plantas do sorgo e do feijão-caupi foram combinadas em um arranjo fatorial (3 x 2), correspondendo a seis tratamentos, sendo, juntamente com os tratamentos das culturas isoladas, implantados em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e abertura de sulcos a uma profundidade média de 0,50 m, espaçados de 2,25 m para captação de água de chuva “in situ” (Lopes et al., 2002). Foram usadas as variedades IPA 7301011, tipo granífero, altura média de planta de 1,70 m, floração média aos 64 dias após o plantio (IPA, 1986), para o sorgo e Pitiuba, tipo enramador volúvel, floração média aos 56 dias após o plantio (Freire Filho et al., 1981), para o feijão-caupi. O plantio das culturas foi simultâneo, sendo realizado nos dias 13 de março e 14 de janeiro, no primeiro e segundo anos respectivamente, devido à instabilidade no início das chuvas no local em que o trabalho foi implantado (Tabela 1). As precipitações pluviais que ocorreram durante a condução do experimento corresponderam a 444 mm e 619 mm, respectivamente no primeiro e segundo anos. O espaçamento médio entre fileira, tanto para o sorgo como para o feijão-caupi nos plantios solteiro e consorciado, correspondeu a 1,125 m. No plantio solteiro, o espaçamento entre plantas dentro da fileira para o sorgo foi 0,09 m, para o feijão-caupi foi 0,44 m. Foi adotado o arranjo espacial fixo de uma fileira de sorgo para uma fileira de feijão-caupi (1:1) em todos os tratamentos de consórcio, com variação do espaçamento dentro da fileira de acordo com a densidade de plantas de cada cultura – sorgo: S1 = 0,18 m, S2 = 0,09 m, S3 = 0,06 m; feijão-caupi: C1 = 0,44, C2 = 0,22 m. O número de plantas por cova, em todos os tratamentos, foi uma para o sorgo e duas para o feijão-caupi. Foi feita uma adubação mineral, nos dois anos, que correspondeu a 50 kg.P₂O₅.ha⁻¹, na forma de superfosfato simples, aplicados uniformemente nas parcelas de todos os tratamentos antes do plantio, e 20 kg.N.ha⁻¹, na forma de uréia, aplicados apenas nas fileiras do sorgo, tanto no plantio solteiro como no consorciado, quinze dias após a germinação. Na colheita, realizada aos 72 e 79 dias após o plantio para o feijão-caupi

Tabela 1 - Precipitações pluviárias mensais na Estação Experimental da Caatinga da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1	9,6	3,1	317,9	146,2	25,3	5,2	0,0	0,0	21,2	15,9	67,0	0,0	616,4
2	282,1	84,9	172,0	151,6	15,6	69,9	5,6	16,9	0,0	3,4	95,1	174,0	1071,1

e aos 125 e 140 dias para o sorgo, respectivamente no primeiro e segundo anos, foram determinadas as produções de grãos e de restolho do sorgo e do feijão-caupi por área e por planta. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância a uma probabilidade de 5% ou menos e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Duncan ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para o sorgo mostram que todas as variáveis estudadas apresentaram valores médios menores no primeiro ano (Tabela 2). Este fato é atribuído à menor precipitação pluvial que ocorreu durante o ciclo da cultura, em relação ao segundo ano, que pode ter causado um déficit de umidade no solo logo após a floração do sorgo, afetando o seu potencial produtivo (Sharma & Alonso Neto, 1986). A variação da densidade de plantas de feijão-caupi não teve efeito significativo na produção de grãos de sorgo consorciado tanto por área como por planta (Tabela 2).

Semelhante aos resultados obtidos por Craufurd (2000), o aumento da densidade de plantas de sorgo teve um efeito benéfico e significativo, $p < 0,001$ e $p < 0,05$ para o primeiro e segundo anos, respectivamente, na produção de grãos por área no consórcio. Observa-se que houve um aumento gradativo a cada incremento no número de plantas por área, sendo este efeito significativo entre S1 e S2. A estabilidade dos resultados obtidos nos dois anos demonstra que a densidade ideal para o sorgo no consórcio com o caupi em condições semi-áridas seria de 50.000 plantas.ha⁻¹, que é a metade da população recomendada para o plantio solteiro. Os resultados obtidos para produção de grãos por planta mostram um panorama diferente daquele obtido para a produção por área. A produção por planta decresceu significativamente nos dois anos a cada incremento na densidade de plantas, demonstrando que a maior produção por área resulta do maior número de plantas nas maiores densidades, e que houve uma alta competição entre as plantas do sorgo por água e nutrientes do solo. Este fato é confirmado na Tabela 2 através da comparação das médias

Tabela 2 - Produção de grãos de sorgo sob diferentes densidades de plantas em consórcio com o feijão-caupi.

Densidade de sorgo ¹	Por área (kg.ha ⁻¹)						Média
	ANO 1			ANO 2			
	Densidade de feijão-caupi ²			Densidade de feijão-caupi ²			
	C1	C2	Média ²	C1	C2	Média ³	
Consortiado							
S1	1476	835	1155b	1949	2088b	2018	1586
S2	1651	2011	1831a	2352	2352a	2352	2091
S3	1856	2378	2117a	2398	2310a	2354	2235
Média	1661	1741		2233	2250		
Solteiro							
S4			3238			3393	3310
Densidade de sorgo ¹	Por unidade(g.planta ⁻¹)						Média
	ANO 1			ANO 2			
	Densidade de feijão-caupi ²			Densidade de feijão-caupi ²			
	C1	C2	Média ²	C1	C2	Média ³	
Consortiado							
S1	70,2	55,2	62,7a	73,1	80,8	76,9a	69,8
S2	34,3	42,4	38,3b	54,6	54,4	54,5b	46,4
S3	26,8	34,0	30,4c	45,9	48,1	47,0c	38,7
Média	43,8	43,9		57,9	61,1		
Solteiro							
S4			35,5			39,8	37,6

¹S1=25.000, S2=50.000, S3=75.000, S4=100.00 plantas ha⁻¹; ²C1=20.000, C2=40.000 plantas ha⁻¹; ³Valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si pelo teste de Duncan.

entre os sistemas de plantio consorciado e solteiro, onde se observa que a produção de grãos por planta no sistema solteiro foi significativamente menor nos dois anos do estudo.

Embora o sorgo consorciado tenha sofrido uma redução significativa em relação ao plantio solteiro, apresentou uma produtividade média de grãos para os dois anos correspondente a 49%; 63% e 67% daquela do plantio isolado, para S1; S2 e S3, respectivamente, denotando que o sorgo consorciado com uma leguminosa, como o feijão-caupi, tem alto potencial produtivo mesmo com densidade inferior àquela do plantio solteiro. Estes resultados corroboram com Mafra et al. (1979b) que obtiveram, em Serra Talhada-PE, 63% da produção de grãos, média para dois anos, quando consorciaram o sorgo com o feijão-caupi na metade da densidade do plantio solteiro (125.000 plantas.ha⁻¹).

A produção média de grãos por área do feijão-caupi consorciado, no primeiro ano, diminuiu gradativamente em função do aumento da densidade de plantas do sorgo, sendo o efeito significativo ($p < 0,01$), com reduções de 49% e 39%, respectivamente para S2 e S3, em comparação com S1 (Tabela 3), demonstrando que o desempenho produtivo do caupi foi altamente influenciado pela competição do sorgo. No segundo ano, o incremento da densidade de plantas do feijão-caupi de C1 para C2 proporcionou um aumento significativo ($p < 0,05$) correspondente a 27,5%.

Similar ao sorgo, o consórcio exerceu um efeito negativo altamente significativo na produção de grãos por área do feijão-caupi nas duas densidades de plantas, em relação ao plantio solteiro, sendo a porcentagem da produção média do consórcio inferior em 39% e 43% para C1 e C2, respectivamente. Cardoso et al. (1994) que obtiveram resultado semelhante quando consorciaram o feijão-caupi com a cultura do milho, mencionam que a produção de grãos por planta é a variável que tem maior influência na redução da produtividade de feijão-caupi.

Os resultados obtidos para produção de grãos por planta tiveram a mesma tendência que aqueles para produção por área em relação a densidade de plantas de sorgo (Tabela 4). Quanto à densidade de feijão-caupi, a produção por planta sofreu reduções significativas ($p < 0,01$) que corresponderam a 45% e 60% no primeiro e segundo anos, respectivamente, quando esta foi incrementada de C1 para C2.

De um modo geral, o plantio solteiro apresentou produção por planta superior àquela do plantio consorciado, demonstrando que as plantas de feijão-caupi sofreram severa competição do sorgo por água e nutrientes do solo, mesmo nas menores densidades.

Semelhante à produção de grãos, a produção de restolho de sorgo não foi afetada significativamente pela variação na densidade de plantas do feijão-caupi (Tabela 4).

Tabela 3 - Produção de grãos de feijão-caupi consorciado com sorgo sob diferentes densidades de plantas.

Densidade de feijão caupi ¹	Por área (kg.ha ⁻¹)								Média
	ANO 1				ANO 2				
	Densidade de sorgo ²				Densidade de sorgo ²				
	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média ³	
Consortiado									
C1	541	446	382	456	322	452	380	385 B	420
C2	789	351	281	474	563	430	479	491 A	482
Média ³	665 a	398 b	331 b		442	441	429		
Solteiro									
C2				1122				1052	1087
Densidade de feijão caupi ¹	Por unidade(g.planta ⁻¹)								Média
	ANO 1				ANO 2				
	Densidade de sorgo ²				Densidade de sorgo ²				
	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média ³	
Consortiado									
C1	31,1	23,8	19,9	24,9A	16,0	22,1	18,7	18,9A	21,9
C2	21,8	10,3	11,4	14,5B	14,1	10,9	12,7	12,6B	13,5
Média ³	26,4 a	17,0 b	15,6 b		15,0	16,5	15,7	-	-
Solteiro									
C2				28,8				25,7	27,2

¹C1=20.000 C2=40.000 plantas ha⁻¹; ²S1=25.000 S2=50.000 S3=75.000 plantas ha⁻¹; ³Valores seguidos pela mesma letra minúscula na horizontal e pela mesma letra maiúscula na vertical não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si pelo teste Duncan.

Tabela 4 - Produção de restolho de sorgo sob diferentes densidades de plantas em consórcio com o feijão-caupi.

Densidade de sorgo ¹	Por área(kg.ha ⁻¹)						Média
	ANO 1			ANO 2			
	Densidade de feijão-caupi ²			Densidade de feijão-caupi ²			
	C1	C2	Média ²	C1	C2	Média ³	
Consoiciado							
S1	5463	4444	4953c	11296	11574	11435b	8194
S2	7157	7407	7282b	13056	12407	12731ab	10006
S3	9500	9166	9333a	13611	13055	13333a	11333
Média	7373	7006		12654	12345		
Solteiro							
S4			12213			23056	17634
Densidade de sorgo ¹	Por unidade(g.planta ⁻¹)						Média
	ANO 1			ANO 2			
	Densidade de feijão-caupi ²			Densidade de feijão-caupi ²			
	C1	C2	Média ²	C1	C2	Média ³	
Consoiciado							
S1	259,0	353,9	306,4a	423,6	451,1	437,3a	371,8
S2	149,3	155,5	152,4b	303,1	287,8	295,4b	223,9
S3	138,5	138,1	138,3b	261,1	272,0	266,5b	202,4
Média	182,3	215,8		329,3	337,0		
Solteiro							
S4			133,7			271,3	202,5

¹S1=25.000, S2=50.000, S3=75.000, S4=100.00 plantas ha⁻¹; ²C1=20.000, C2=40.000 plantas ha⁻¹.

³Valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem significativamente (p<0.05) entre si pelo teste de Duncan.

A produção de restolho de sorgo por área seguiu a mesma tendência daquela para produção de grãos, com crescimento gradativo e significativo à proporção que a densidade foi incrementada de S1 para S2 e S3, com exceção do aumento de S2 para S3 que não foi significativo no segundo ano. Os resultados obtidos para produção de restolho por planta também assemelharam-se àqueles para produção de grãos por plantas quando houve uma redução gradativa e significativa à proporção que a densidade de plantas de sorgo aumentou, confirmando a competição intra-específica entre as plantas do sorgo, embora os decréscimos de S2 para S3 não tenham sido significativos.

A produção de restolho de sorgo consorciado por área nos dois anos foi significativamente inferior ao plantio solteiro em todas as combinações das densidades de plantas do sorgo e do feijão-caupi; a média entre todos os consórcios correspondeu a 59% e 54% do plantio isolado para o primeiro e segundo anos, respectivamente (Tabela 4).

O comportamento do feijão-caupi consorciado, quanto à produção de restolho, foi semelhante àquele para produção de grãos tanto por área como por planta (Tabela 5). A produção de restolho de feijão-caupi no plantio consorciado foi significativamente inferior àquela do plantio isolado, tanto por área como por planta. A produção por

área no consórcio na mesma densidade de plantas (C2) do plantio solteiro correspondeu a 35% e 62%, respectivamente para o primeiro e segundo anos. Esta redução é atribuída ao alto poder competitivo do sorgo que é comprovado pelos resultados da produção por planta onde o feijão-caupi consorciado, na mesma densidade de plantas (C2), teve uma produção média para os dois anos correspondente a 48% daquela obtida com o feijão-caupi solteiro.

Um dos índices mais usados para comparar a eficiência do sistema de plantio consorciado em relação ao plantio solteiro das culturas é o Uso Eficiente da Terra (UET), que é definido como a área relativa a ser plantada com as culturas no sistema de plantio solteiro necessária para produzir as mesmas produções obtidas no plantio consorciado (Willey, 1979). Os UETs calculados para a média dos resultados obtidos nos dois anos para produção de grãos por área de sorgo e feijão-caupi encontram-se na Tabela 6. Observa-se que o feijão-caupi, com exceção de S1-C2, apresentou UETs inferiores aos do sorgo nos diferentes arranjos de densidades, com valor médio correspondente a 0,41, que é semelhante àquele obtido por Tavares Filho et al. (1989) para o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) – UET=0,40 – quando consorciado como sorgo. Diferente dos resultados obtidos por Lightfoot & Taylor (1987), o consórcio

Tabela 5 - Produção de restolho de feijão-caupi consorciado com sorgo sob diferentes densidades de plantas.

Densidade - de feijão caupi ¹	Por área (kg.ha ⁻¹)								Média
	ANO 1				ANO 2				
	Densidade de sorgo ²				Densidade de sorgo ²				
	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média ³	
Consoiciado									
C1	1026	816	671	838	2490	2945	2833	2756B	1797
C2	1228	916	837	994	3768	4379	3453	3867A	2430
Média ³	1127a	866ab	754b		3129	3662	3143		
Solteiro									
C2				2814				6250	4532

Densidade - de feijão caupi ¹	Por unidade(g.planta ⁻¹)								Média
	ANO 1				ANO 2				
	Densidade de sorgo ²				Densidade de sorgo ²				
	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média ³	
Consoiciado									
C1	58,1	43,4	34,9	45,5A	123,8	144,5	140,3	136,2A	90,8
C2	34,0	27,3	35,6	32,3B	95,6	112,7	91,8	100,0B	66,0
Média ³	46,0	35,3	35,2		109,7	128,6	116,0		
Solteiro									
C2				72,3				152,5	

¹C1=20.000 C2=40.000 plantas ha⁻¹; ²S1=25.000 S2=50.000 S3=75.000 plantas.ha⁻¹; ³Valores seguidos pela mesma letra minúscula na horizontal e pela mesma letra maiúscula na vertical não diferem significativamente (p<0,05) entre si pelo teste Duncan.

não apresentou vantagem significativa em relação ao plantio isolado das culturas nas diferentes combinações de densidades de plantas, mas observa-se que a soma dos UETs para o sorgo e o feijão-caupi correspondeu a 1,06 em S1-C2 (0,44+0,62) e S3-C2 (0,71+0,35). Através destes resultados, pode-se inferir que o agricultor do semi-árido que optar pelo consórcio sorgo x feijão-caupi teria duas alternativas de plantio em função de sua prioridade: quando o sorgo for a cultura de maior interesse, ele poderá escolher S3-C2, e S1-C2 quando a cultura mais importante for o feijão-caupi.

Conclusões

1. A cultura do sorgo respondeu positivamente à variação na densidade de plantas quando consorciado com a cultura do feijão-caupi.
2. O aumento nas produções de grãos e restolho foi significativo quando a densidade de plantas foi incrementada de S1 para S2, indicando que 50.000 plantas por hectare, metade da densidade indicada para o plantio isolado, é uma densidade ideal para o sorgo consorciado com o feijão-caupi.
3. O consórcio do sorgo com o feijão-caupi é uma alternativa de cultivo para o agricultor do semi-árido brasileiro

bastante vantajosa pois além de produzir proporcionalmente 63% e 57% de grãos e restolho, respectivamente, da produção com a metade da densidade recomendada para o plantio solteiro, possibilita produções médias de grãos e restolho de feijão-caupi correspondentes a 43% e 53% daquelas do plantio isolado.

Referências Bibliográficas

- BARKER, T. C.; FRANCIS, C. A. Agronomy of multiple cropping system. In: FRANCIS, C. A. (Ed.) **Multiple cropping systems**. New York: Macmillan, 1986. cap.8, p.161-182.
- CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; FROTA, R. B.; MELO, F. de B. Arranjo populacional no consórcio milho x feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em regime de sequeiro. **Revista Ceres**, v.41, p.19-27, 1994.
- CRAUFURD, P. Q. Effect of plant density on the yield of sorghum-cowpea and pearl millet-cowpea intercrops in Northern Nigeria. **Experimental Agriculture**, v.36, p.379-395, 2000.
- FARIS, M. A.; BURITY, H. A.; REIS, O. V. dos; MAFRA, R. C. Yield stability studies of sorghum or maize with cowpea or common beans under different fertility levels in Northeast Brazil., **Canadian Journal of Plant Science**, v.63, p.789-799, 1977.
- FARIS, M. A.; BURITY, H. A.; REIS, O. V. dos; MAFRA, R. C. Intercropping sorghum or maize with cowpea or common beans under two fertility regimes in Northeast Brazil. **Experimental Agriculture**, v.19, p.251-261, 1983.

- FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de; SANTOS, A. A. dos; SILVA, P. H. S. da. Características botânicas e agronômicas de cultivares de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1981. 45p. (EMBRAPA – UEPAE de Teresina. Boletim de Pesquisa, 4).
- IPA. Cultivares recomendadas pela Empresa IPA, Pernambuco. Recife. 1986. 57p. (IPA. Documentos, 13).
- LIGHTFOOT, C. W. F.; TAYLOR, R. S. Intercropping sorghum with cowpea in dryland farming systems in Botswana. I. Field experiments and relative advantages of intercropping. **Experimental Agriculture**, v.23, p.425-434, 1987.
- LIRA, M. de A.; FARIS, M. A.; ARAÚJO, M. R. A. de; VENTURA, C. A. d'O.; MANGABEIRA, O. B. Consorciação de sorgo, milho, algodão e feijão macassar. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.2, p.153-163, 1978.
- LOPES, P. R. C.; SILVA, M. S. L., da; ANJOS, J. B., dos. Captação e armazenamento de água de chuva no semi-árido do Nordeste Brasileiro. In: REUNIÃO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14, 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBCS/UFMT, 2002. 1 CD ROM.
- MAFRA, R. C.; LIRA, M. de A.; ARCOVERDE, A. S. S.; LIMA, G. R.; FARIS, M. A. O consórcio de sorgo e milho com os feijões de arranca e macassar no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.3, p.93-104, 1979a.
- MAFRA, R. C.; LIRA, M. de A.; ARCOVERDE, A. S. S.; ROBÉRIO, G.; FARIS, M. A. Studies on intercropping of sorghum and corn with phaseolus beans (*Phaseolus vulgaris*) and cowpea (*Vigna unguiculata*). In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTERCROPPING, 1979, Hyderabad, Índia. **Proceedings...** Andhra Pradesh: ICRISAT, 1979b. p. 46-51.
- MORGADO, L. B. Sorgo. In: KIIL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Ed). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido Brasileiro**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. cap.8, p.251-274.
- PORTO, E. R.; GARAGORY, F. L.; BRITO, L. T. de L. Estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio: um estudo de caso com o milho em três municípios do Piauí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 1 CD ROM.
- RAO, M. R. Cereals in multiple cropping. In: FRANCIS, C. A. (Ed.) **Multiple Cropping Systems**. New York: Macmillan, 1986. cap.6, p.96-132.
- RAO, M. R.; MORGADO, L. B. A review of maize-beans and maize-cowpea intercrop systems in the semiarid northeast Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.179-192, 1984.
- SHARMA, P. N.; ALONSO NETO, F. B. Water production function of sorghum for Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v.11, p.169-180, 1986.
- TAVARES FILHO, J. J.; FONTES, L. A. N.; GALVÃO, J. D.; CANDÉ, A. R. Influência da população e genótipo de sorgo granífero na produção de feijão cultivado em consórcio. **Revista Ceres**, v.36, p.278-294, 1989.
- WILLEY, R.W. Intercropping – its importance and research needs. Part 2. Agronomy and research approaches. **Field Crops Abstracts**, v.32, p.73-85, 1979.