

DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO CONSÓRCIO MILHO X CAUPI¹

FRANCISCO JOSÉ A. FERNANDES TÁVORA² e LUIZ HENRIQUE de O. LOPES³

RESUMO - Milho (*Zea mays* L.), cv. Jatinã C-3 anão e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cv. Pitiúba, cultivados isoladamente e em consórcio, foram submetidos a estresse hídrico em duas fases distintas do ciclo biológico. O trabalho foi realizado em campo, de novembro de 1982 a março de 1983, em Petrolina, PE. O nível de estresse hídrico foi determinado em função das características físico-hídricas do solo. A irrigação era feita quando a tensão da água no solo atingia - 0,3 a - 0,4 MPa nas parcelas estressadas e - 0,02 a - 0,03 MPa nas parcelas controle. A variação do teor de água na planta e no perfil do solo foi monitorada através do potencial hídrico foliar e do método gravimétrico, respectivamente. O efeito do estresse hídrico nas plantas foi avaliado determinando-se a taxa de crescimento da cultura, produção de grãos e componentes de produção. O milho mostrou-se muito sensível à deficiência hídrica, com efeito mais pronunciado na fase reprodutiva; a redução no seu rendimento foi mais expressiva em cultivo isolado. A produtividade do caupi não foi afetada pelo nível de estresse hídrico, pelo sistema de cultivo consorciado, devido à elevada redução do número de vagem/planta. O consórcio milho x feijão foi mais eficiente em termos de uso eficiente da terra em condições de deficiência hídrica. O milho apresentou maior estabilidade de produção quando consorciado com caupi.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, estresse hídrico, *Zea mays*.

WATER STRESS IN THE MAIZE X COWPEA INTERCROPPING

ABSTRACT - Maize (*Zea mays* L.) cv. Jatinã C-3 and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cv. Pitiúba were grown in sole crop and in intercropping submitted to water stress at different growth stages. The experiment was carried out from November/1982 to March/1983 at Bebedouro Research Station, in Petrolina, PE, Brazil. The degree of water stress was based in relation to soil physic-hydraulic characteristics. Plots were irrigated when soil moisture tension declined from about - 0.3 to - 0.4 MPa and - 0.02 to - 0.03 MPa respectively for deficit and control treatments. Both soil water and plant water status were monitored. The effect of water stress in maize and cowpea plants was estimated by crop growth rate, seed yield and yield components. The maize yield was highly affected at the reproductive phase. Moreover yield reduction was high in sole cropping. Under water stress, cowpea seed yield was not affected by water stress, but cropping systems had significant effect on seed yield due to the low number of pods per plant. The maize x cowpea intercropping was more efficient in terms of land equivalent ratio when water stress was present. Corn yield was more stable when intercropped with cowpea.

Index terms: *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, water stress.

INTRODUÇÃO

O sistema de cultivo consorciado é amplamente utilizado nas regiões tropicais, consti-

tuindo uma modalidade de exploração da terra capaz de otimizar o aproveitamento dos fatores de produção, de modo especial a energia radiante, a água e os nutrientes (Willey & Osiru 1972 e Natarajan & Willey 1980).

Nas condições do Nordeste brasileiro, uma complexa interação entre o homem e o ambiente é responsável pelo surgimento dos mais variados padrões no que diz respeito à moda-

¹ Aceito para publicação em 3 de novembro de 1989.

² Eng.-Agr., Ph.D., Prof. da UFC, Dep. de Fitotecnia, Caixa Postal 12168 CEP 60355 Fortaleza, CE. Bolsista do CNPq.

³ Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/CPATSA, CEP 56300 Petrolina, PE

lidade de aproveitamento do solo, da água e da planta. Nas áreas de menor índice pluviométrico predomina a exploração de culturas de subsistência, quase sempre consorciadas entre si. Merece destaque, pela importância econômica e social que essas culturas desempenham, a associação milho (*Zea mays* L.) com caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

É comum, nas áreas semi-áridas do Nordeste, a ocorrência de escassez de água dentro do período chuvoso. Esta irregularidade na distribuição das chuvas causa deficiência hídrica em fases de desenvolvimento de culturas mais sensíveis à seca. Por outro lado, torna-se inviável qualquer tentativa de ajustar as datas de plantio de modo a minimizar o efeito das estiagens, dado o próprio caráter aleatório do início do período chuvoso. Deste modo, nas condições de cultivo em regime de sequeiro, a obtenção de bons níveis de produtividade está intimamente associada à época de ocorrência da deficiência hídrica em relação ao ciclo fenológico da cultura.

As informações disponíveis sobre o efeito da falta d'água no rendimento das culturas exploradas em regime consorciado são limitadas e por vezes conflitantes. Fisher (1977) apresenta evidências de que o desempenho relativo do sistema consorciado de milho e feijão é menos eficiente sob condições de uma menor disponibilidade hídrica. Lopes et al. (1978), em trabalhos com milho e caupi em condições de consórcio, verificaram que em alguns arranjos o rendimento relativo do sistema consorciado foi mais eficiente quando houve escassez de água na época da floração. Para Natarajan & Willey (1980) a exploração das culturas do amendoim, sorgo e milheto em plantios consorciados podem proporcionar maiores vantagens relativas em situação de deficiência hídrica. Por outro lado, Stewart (1982) obteve valores crescentes do uso eficiente da terra (UET) no consórcio milho + feijão, em resposta ao aumento da lâmina d'água aplicada. O autor admite, em consequência, a desvantagem do consórcio sob condições limitadas de água. Contrariamente, Távo-

ra et al. (1988) obtiveram valores bem mais elevados para o UET do consórcio envolvendo mandioca, soja, amendoim e caupi quando havia limitações de disponibilidade hídrica.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da deficiência hídrica no rendimento do milho e do caupi cultivados em consórcio. Objetiva, também, obter informações sobre o desempenho relativo desta modalidade de exploração da terra quando as culturas componentes sofrem restrições de disponibilidade hídrica em fases distintas de seu ciclo.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi conduzido no período de novembro de 1982 a março de 1983 no Campo Experimental de Bebedouro, PE, pertencente à EMBRAPA, situado à margem esquerda do rio São Francisco, latitude 9°05', longitude 41°07' W de Greenwich, com altitude de 36 m. O clima da região é muito árido, com precipitação anual de 350 mm concentrada no período de janeiro a abril (Hargreaves 1974). Na classificação climática de Köppen o clima da região é do tipo BSH'W (FAO 1967). O solo da área experimental é classificado como latossolo unidade 37 AA, originado de sedimentos terciários, com relevo plano, boa drenagem, pedregosidade So e lençol freático ausente (Pereira & Souza 1968). As características físicas do solo estão presentes na Tabela 1. Para a determinação da densidade aparente foi utilizado cilindro de volume conhecido, de acordo com Blake (1965). A curva característica da retenção de umidade foi determinada utilizando-se o equipamento de prato e panela de pressão, segundo metodologia proposta por Richards (1949), mostrada na Fig. 1.

O experimento foi instalado em parcelas subdivididas em blocos ao acaso com quatro repetições. Nas parcelas ficaram os tratamentos de níveis de umidade, e nas subparcelas, os sistemas de cultivo consorciado e isolado. Os tratamentos que constituíram as parcelas correspondiam à deficiência de água na fase compreendida entre a emergência das plântulas até 40 dias (Deficiência na 1ª fase), deficiência de água no período de 40 a 70 dias (Deficiência na 2ª fase), e dotação normal de água ao longo do ciclo das culturas (Controle). As culturas de milho e caupi foram cultivadas isoladamente e no sistema consorciado. O arranjo espacial utilizado correspondia a uma relação fixa de uma fileira de milho para uma de caupi no

TABELA 1. Características físico-hídricas do Latossolo unidade 37 AA. Petrolina, PE, 1983.

Características	Profundidade (cm)		
	0-30	30-60	60-90
Granulometria			
Areia grossa (%)	4	5	3
Areia fina (%)	87	81	79
Silte (%)	4	5	6
Argila (%)	5	9	12
Classificação da textura (USDA)			
	Areia	Areia franco	Franco arenoso
Capacidade de campo (%)	8,94	9,00	9,20
Densidade do solo (%)	1,62	1,68	1,64
Retenção de água a 15 atm (%)	1,84	2,52	3,07
Água disponível (cm)	3,45	3,27	3,00

Fonte: Choudhury & Millar (1981).

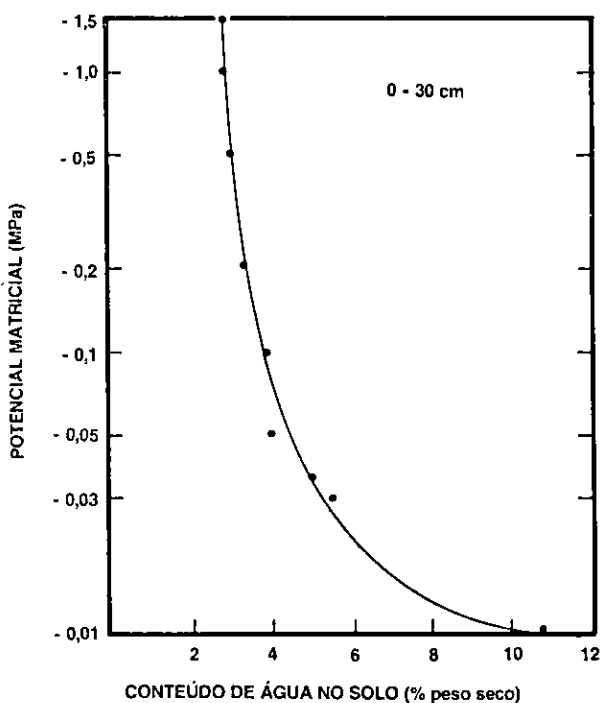


FIG. 1. Curva de retenção de água no Latossolo 37 AA do Campo Experimental de Bebedouro. Petrolina, PE, 1983.

sistema consorciado. Neste sistema, cada subparcela era constituída por três fileiras de milho e três de caupi sistematicamente alternadas. No plantio isolado, a subparcela continha seis fileiras. Para o milho foi usada a cultivar Jatinã C-3 anã e para o caupi a cultivar Pitíúba. Em ambos os sistemas de cultivo a população da leguminosa permaneceu fixa, correspondendo a 40 mil plantas/ha, variando apenas o espaçamento entre plantas nos dois sistemas. No plantio isolado, foi de 0,50 m e de 0,25 m no consorciado. Em condições de cultura isolada, a população de milho foi de 40 mil plantas/ha e 25 mil plantas/ha em situação de consórcio. No primeiro caso, o espaçamento entre plantas era de 0,50 m, e de 0,40 m no caso de cultivo consorciado. Cada fileira tinha comprimento de 10 m. Foram deixadas duas plantas por cova em todos os tratamentos. O espaçamento entre fileiras permaneceu constante, isto é, de 1 m em todas as situações. A área onde o trabalho foi conduzido recebeu aração e gradeação convencional. Após a abertura dos sulcos estes foram nivelados e adubados com 30 kg/ha de N, 80 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O . Foi aplicado N em cobertura aos 25 e 40 dias após o plantio, dirigido exclusivamente à cultura do milho. Em cada aplicação foi colocado o equivalente a 25 kg do nutriente por hectare.

A deficiência hídrica imposta às culturas foi determinada em função das características físico-hídri-

cas do solo onde o experimento foi conduzido. A reposição da lâmina d'água suficiente para elevar o solo à capacidade de campo era feita quando a tensão de água no solo, na parcela, atingia valor compreendido entre - 0,3 e - 0,4 MPa. As parcelas testemunhas eram irrigadas sempre que o potencial matricial do solo alcançava valor entre - 0,02 e - 0,03 MPa. O controle de umidade do solo foi processado através do método gravimétrico. As amostras de solo para determinação do teor de umidade foram obtidas junto à linha d'água no talude oposto ao plantio, com gradagens às profundidades de 0-30 e 30-60 cm, em número de seis para cada parcela, coletadas a cada três dias. A aplicação de água nos sulcos de plantio foi feita através de conjunto motobomba equipado com tubulação de aço zincado de 70 mm de diâmetro e mangueira de plástico de 22 mm de diâmetro. Na extremidade da mangueira foi adaptado um hidrômetro para aferição do volume de água a ser aplicado no sulco. As determinações do status de água na planta foram feitas com equipamento de bomba de pressão, efetuando-se as leituras do potencial hídrico foliar sempre no horário matutino, entre seis e sete horas. As mensurações foram feitas em plantas submetidas a restrições de umidade e em plantas-controle, até 42 dias após o plantio, com intervalo mínimo de três dias e máximo de sete dias. Não foram efetuadas determinações até o estágio mais desenvolvido das culturas por dificuldades operacionais relativas às leituras do potencial hídrico foliar no milho. Em condições de deficiência hídrica as irrigações aconteceram sempre um dia após a amostragem do status de água da planta. O potencial hídrico foliar em milho foi determinado segundo o método descrito por De Roo (1969).

A matéria seca das plantas de milho e caupi foi determinada aos 30, 45 e 60 dias após o plantio, tomando-se duas plantas em todas as subparcelas do experimento, colocando-as em estufa regulada para atingir temperatura de 65°C a 70°C, permanecendo nessas condições durante 72 horas. Foi considerada apenas a parte aérea dos vegetais.

A partir de 40 dias após o plantio, diariamente foram contadas as flores abertas de caupi na área útil de cada subparcela. Esse procedimento continuou até o sexagésimo sétimo dia após o plantio. O caupi foi colhido em duas épocas, aos 80 e aos 96 dias após o plantio, enquanto o milho foi colhido aos 135 dias depois do plantio. Ao acaso foram retiradas 20 vagens para determinações do número médio de grãos por vagem e peso médio de 100 grãos. O rendimento final das culturas do milho e do feijão foram corrigi-

dos para uma umidade de 15,5 e 13,0% respectivamente. O uso eficiente da terra (UET) foi determinado para cada cultura, isoladamente e no consórcio, segundo metodologia descrita por Bantilan & Harwood (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura elevada e a intensa evaporação diária na área experimental não conferem condições ótimas para a cultura do milho (Fig. 2). Entretanto, devido a natureza dos tratamentos, o trabalho necessitava ser conduzido em época de menor probabilidade de ocorrência de chuva. A precipitação pluvial observada

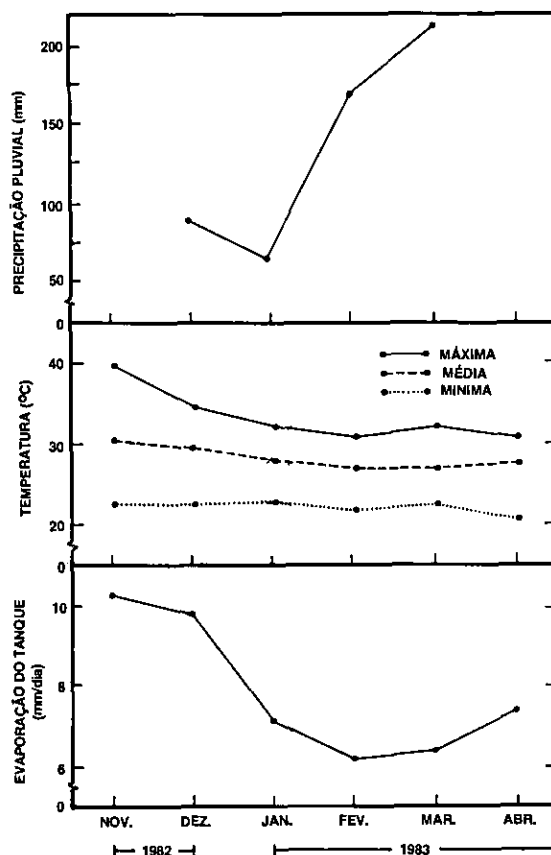


FIG. 2. Características climáticas - evaporação, temperatura, e pluviosidade - do Campo Experimental de Bebedouro, no período de novembro 82 a abril/83. Petrolina, PE.

no período de imposição da deficiência hídrica foi baixa nos meses de dezembro e janeiro e apresentou valores expressivos nos dois meses subsequentes. A incidência de chuva nesta fase não comprometeu a natureza do trabalho, pois apenas as chuvas de dezembro ocorreram no período de restrição hídrica às plantas.

Água no solo e na planta

A Fig. 3 mostra as diferenças de umidade no solo nos tratamentos com deficiência hídrica na primeira fase (0 a 40 dias), segunda fase (40 a 80 dias) e controle. Na primeira fase, o tratamento controle recebeu cinco irrigações, enquanto o tratamento com deficiência hídrica recebeu apenas duas. Comportamento similar

ocorreu para a deficiência na segunda fase. Apesar da ocorrência de chuvas em duas ocasiões, foi possível impor condições de deficiência hídrica. O controle recebeu quatro irrigações, enquanto o tratamento deficiência na segunda fase foi irrigado apenas duas vezes. Pelos dados da Tabela 2 constata-se que houve acentuada diferença na quantidade de água aplicada nos tratamentos com restrição de água na primeira fase e controle, com valor de 71,6 mm, correspondendo a 27,8 mm em novembro e 43,8 mm em dezembro. Quando a deficiência hídrica ocorreu na segunda fase, a diferença foi de 35,6 mm em dezembro e 18,7 mm em janeiro, totalizando 54,3 mm. O potencial hídrico foliar em milho, sistematicamente situou-se em posição mais negativa, em

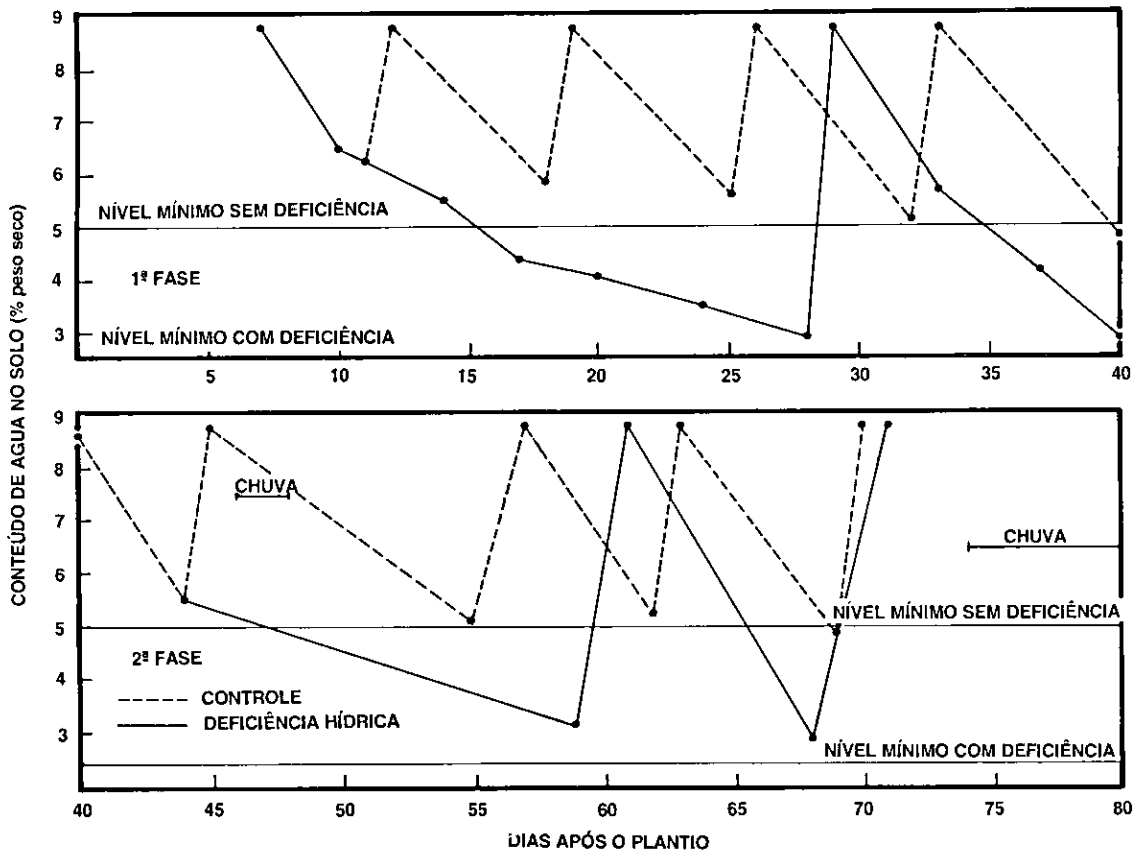


FIG. 3. Variação do teor de água do solo (% peso seco) nas duas fases de imposição da deficiência hídrica. Petrolina, PE, 1983.

comparação com o obtido em caupi, independentemente da restrição hídrica ou do sistema de plantio. O potencial hídrico das culturas consorciadas foi sempre mais elevado que o das culturas isoladas, o que demonstra que o consórcio permite um melhor balanço hídrico para a planta (Tabela 3). Os valores de potencial hídrico observados no caupi submetido à deficiência hídrica concordam com os resultados relatados por Clark & Hiller (1973) e Wien et al. (1979).

Taxa de crescimento

A Tabela 4 apresenta a taxa de crescimento da cultura (TCC) dos tratamentos estudados, em duas épocas, entre 30 e 45 dias e 45 e 60 dias. Na primeira época a deficiência hídrica

não afetou significativamente a TCC, embora se nota uma tendência de redução desse parâmetro em milho, caupi e consórcio quando a deficiência hídrica foi imposta na primeira fase. No período de 45 a 60 dias os valores de TCC foram bem maiores, constatando-se um efeito depressivo da deficiência hídrica aplicada na primeira fase no valor desse parâmetro apenas no milho. Nas duas épocas o consórcio apresentou valores maiores de TCC que as culturas isoladas do milho e do caupi, embora nem todos os contrastes tenham atingido níveis de significância estatística. Esses resultados refletem provavelmente uma melhor utilização dos fatores de produção pelo consórcio em relação às culturas solteiras, fato já observado em outros esquemas de consórcio por Natarajan & Willey (1979) e Reddy & Willey

TABELA 2. Lâmina de água (mm) aplicada no milho e caupi cultivados isoladamente e em consórcio, submetidos a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

Tratamentos	Meses						Total
	Novembro		Dezembro		Janeiro		
	Irrigação	Chuva	Irrigação	Chuva	Irrigação	Chuva	
Deficiência na 1ª fase	75,0	-	98,7	82,8	115,0	60,0	431,5
Deficiência na 2ª fase	102,8	-	106,9	82,8	96,3	60,0	448,8
Controle	102,8	-	142,5	82,8	115,0	60,0	503,1

TABELA 3. Potencial hídrico foliar (MPa) em milho e caupi cultivados isoladamente e em consórcio, submetidos a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

Tratamentos	Milho			Feijão		
	Isolado*	Consortado**	Média	Isolado*	Consortado**	Média
Deficiente	- 1,01	- 0,94	- 0,97	- 0,89	- 0,78	- 0,83
Controle	- 0,85	- 0,62	- 0,73	- 0,69	- 0,58	- 0,64
Média	- 0,93	- 0,78	- 0,85	- 0,79	- 0,68	- 0,73

* Média de determinações realizadas em 20.11, 23.11, 26.11, 02.12, 07.12, 14.12, 16.12 e 21.12.

** Média de determinações realizadas em 16.12 e 21.12.

(1979). Os resultados mostram, ainda, que, em condições normais de suprimento hídrico, ou quando a deficiência hídrica foi imposta na segunda fase, o milho apresentou entre 45 e 60 dias uma TCC superior à do caupi.

Floração, componentes de produção e rendimento do caupi

O regime hídrico não teve efeito significativo na produção de flores de caupi (Tabela 5). Por outro lado, o sistema de cultivo apresentou influência marcante na produção de flores por planta. Durante todo o período de observação, sistematicamente, as plantas consorciadas produziram flores a uma taxa menor à observada na cultura pura (Tabela 5 e Fig. 4). A flutuação semanal de flores por planta, no intervalo entre 40 e 67 dias após o

plantio, revela a ocorrência de uma acentuada variação entre os tratamentos a partir da segunda semana. Este comportamento foi similar, tanto para o caupi isolado como para o consorciado. O pique de floração ocorreu na segunda semana de observação, para todos os tratamentos decrescendo na terceira semana até valores bem semelhantes aos da primeira. As plantas submetidas à deficiência hídrica na primeira fase apresentaram, sistematicamente, valores inferiores de número de flores por planta até a terceira semana. A partir daí nota-se uma recuperação das plantas estressadas na primeira fase, com uma inversão das curvas de floração, superando os demais tratamentos, independentemente do sistema de plantio. A recuperação da floração das plantas estressadas na primeira fase corresponde ao declínio do número de flores produzidas pelas plantas

TABELA 4. Taxa de crescimento da cultura ($\text{g/m}^2/\text{dia}$) observada em milho, caupi e no consórcio destas culturas, submetidas a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

Épocas	Tratamentos	Milho	Feijão	Consórcio
30 a 45 dias	Deficiência na 1ª fase	4,92 a	4,19 a	6,99 a
	Deficiência na 2ª fase	6,93 ab	5,30 a	8,69 b
	Controle	7,55 ab	5,83 a	9,66 b
45 a 60 dias	Deficiência na 1ª fase	A 9,59 a	A 11,63 a	A 22,77 b
	Deficiência na 2ª fase	B 19,26 a	A 9,81 b	A 24,54 a
	Controle	B 23,38 a	A 11,80 b	A 24,35 a

Dentro da mesma época médias em coluna precedidas da mesma letra maiúscula e seguidas pela mesma letra minúscula em linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

C.V. (%) 30-45 dias (a) 30,5 ; (b) 21,1
45-60 dias (a) 24,0 ; (b) 20,2

TABELA 5. Componentes de produção de caupi cultivado isoladamente e em consórcio com milho, submetido a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

Tratamentos	Flores/planta		Vagem/planta		Vagem/flor (%)		Grãos/vagem		Peso 100 sementes	
	Isolado	Conсорciado	Isolado	Conсорciado	Isolado	Conсорciado	Isolado	Conсорciado	Isolado	Conсорciado
Deficiência na 1ª fase	35,40	19,75	14,8	7,5	41	38	15,4	14,8	17,4	17,6
Deficiência na 2ª fase	36,25	21,29	15,8	7,7	43	36	14,6	14,6	17,4	17,0
Controle	37,35	20,74	16,2	8,9	43	43	15,2	15,8	17,4	17,6

submetidas à deficiência hídrica na segunda fase, pois só a partir da quarta semana é que este tratamento atinge um nível de produção de flores abaixo do controle. A eficiência reprodutiva expressa pela relação vagem/flor não sofreu efeito significativo do regime hídrico ou do sistema de plantio. O número de vagem por planta foi reduzido drasticamente no sistema de plantio consorciado, devido à competição com a cultura do milho. O regime hídrico não determinou mudanças significativas neste componente de produção. O número de grãos por vagem e o peso de 100 sementes não foram afetados pelo regime hídrico ou pelo sistema de plantio (Tabela 5). Os resultados obtidos estão de acordo com os relatados por Sionit & Kramer (1977) e Silva (1978),

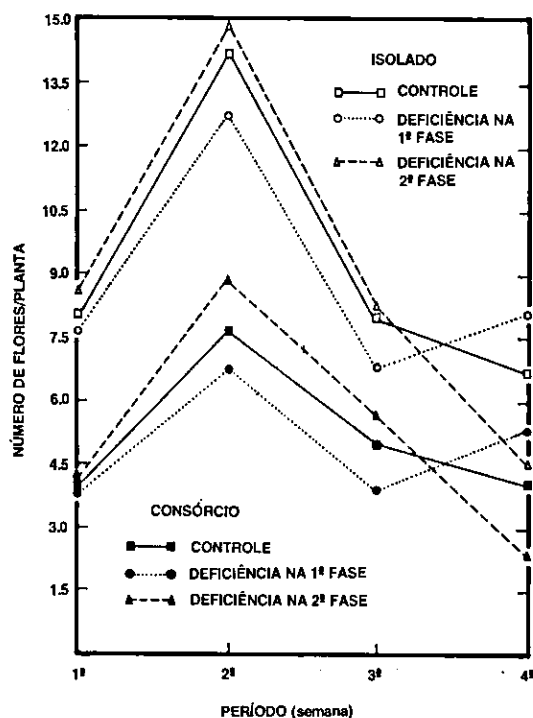


FIG. 4. Flutuação do número médio de flores por planta de caupi cultivado isoladamente e em consórcio com milho, submetido a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

referentes às culturas da soja e caupi, respectivamente, divergindo, porém, de Robins & Domingo (1956), que encontraram influência da deficiência hídrica imposta na fase de florescimento de feijão comum no número médio de grãos por vagem. Magalhães et al. (1979) não observaram efeito significativo da deficiência hídrica no número de grãos por vagem em feijão comum.

As reduções causadas pela imposição da deficiência hídrica na produtividade do caupi nas duas épocas foram inexpressivas nos dois sistemas de plantio. A leguminosa não apresentou significativa sensibilidade a escassez d'água, em fases distintas do seu ciclo biológico. Os resultados se assemelham bastante com os de Wien et al. (1979). O caupi possui elevado potencial de produção sob condições de restrição de água, e, de acordo com Turk et al. (1980), o efeito adverso só se torna marcante se as condições ambientais, após cessado o período de deficiência hídrica, não forem favoráveis, o que não ocorreu neste trabalho. Os resultados aqui relatados também se assemelham aos reportados por Pandey et al. (1984), que, ao comparar o comportamento de diversas leguminosas, constataram que o caupi e o amendoim foram os que menos perderam produção com a imposição da deficiência hídrica.

O efeito do consórcio na produção de caupi foi bastante expressivo, independentemente do regime hídrico, com valores percentuais de redução muito próximos para todos os tratamentos. O baixo rendimento verificado no sistema de cultivo consorciado se deve à elevada queda no número médio de vagem por planta, em comparação com o sistema isolado, uma vez que a população da leguminosa permaneceu invariável em ambos os sistemas de cultivo. Para manter fixa a densidade do caupi foi necessário reduzir o espaçamento entre plantas no sistema consorciado, determinando alta competição intra-específica, traduzida na menor capacidade da planta em produzir flores. Os dados apresentados concordam com os de Miranda & Balmar (1977), porém divergem

de Magalhães et al. (1979), que observaram grande influência da deficiência hídrica na produção de vagem por planta, em feijão comum. Igualmente divergem de Clark & Hiller (1973), Wien et al. (1979) e Turk et al. (1980), que detectaram efeito significativo da deficiência na produção de vagem por planta em caupi. O nível de deficiência hídrica utilizado no trabalho determinou sensível restrição de umidade às plantas de milho, ao passo que para o caupi a deficiência hídrica imposta não proporcionou acentuada alteração no comportamento da planta, tendo em vista a habilidade desta espécie vegetal em tolerar melhor períodos de escassez de água no solo.

Rendimento do milho

A escassez de água imposta exerceu influência negativa na produção de milho, sendo o efeito menor nas condições de consórcio, o que confirma a tese de que, em condições adversas, o cultivo consorciado proporciona maior estabilidade na produção. As médias de produção de grãos relativas à deficiência hídrica na primeira fase e controle, estatisticamente se equivaleram, enquanto entre controle e deficiência na segunda fase isto não ocorreu. Quando a cultura foi explorada isoladamente, não se constatou igualdade estatística entre médias obtidas em função do regime hídrico, ou seja, cada tratamento foi diferente dos demais. A cultura do milho mostrou-se particularmente sensível à escassez d'água no solo na fase compreendida entre 40 e 70 dias após o plantio, independentemente do sistema de cultivo utilizado. Em condições de cultivo isolado o efeito adverso nesta fase da cultura foi bem mais pronunciado que em consórcio, reduzindo em 55,1% a produção de grãos em relação ao tratamento controle, ao passo que sob regime de consorciação com o feijão a redução verificada foi de 36,1%. Condições desfavoráveis de umidade no solo na primeira fase proporcionaram reduções de 28% em cultivo isolado e 9,6% quando as duas culturas foram cultivadas associadamente. A redução média, considerando os dois períodos de defi-

ciência, foi de 42,0% e 22,8%, respectivamente, para o cultivo isolado e consorciado.

Os dados relativos a efeito da restrição de água no rendimento do milho estão de acordo com os obtidos por Denmead & Shaw (1960), Classen & Shaw (1970), Downey (1971), Millar (1974), Krishnamurthy et al. (1975) e Harder et al. (1982). Natarajan & Willey (1980) comentam que o consórcio pode proporcionar vantagem relativa sob condições de deficiência hídrica. Admitem, os autores, a complexidade do assunto, em função, principalmente, das alterações proporcionadas pelas combinações de culturas e do arranjo espacial utilizado. No arranjo espacial de uma fileira de milho para uma fileira de caupi e nos níveis de densidade utilizados no trabalho, a redução do rendimento do milho determinada pelo consórcio foi mais elevada em condições de suprimento adequado de água. O decréscimo verificado foi de 59% quando se compara o rendimento do tratamento controle nos dois sistemas de cultivo. Variação menor foi observada em situação de restrição de umidade, com um percentual médio de apenas 46%.

Uso eficiente da terra (UET)

Apesar dos maiores valores na TCC entre 30 e 60 dias para o plantio consorciado sobre as culturas solteiras (Tabela 5), este sistema de plantio não conferiu vantagens em produtividade quando comparado às respectivas culturas solteiras. Medida pelo UET, o consórcio não apresentou vantagem relativa sobre as culturas isoladas quando as plantas foram submetidas a escassez de água no solo, em quaisquer das fases em que esta foi imposta. Em termos relativos, não houve diferença entre os valores de UET para os tratamentos em que foi imposta restrição hídrica (Tabela 6). Por sua vez, em condições de dotação normal de água, a eficiência de aproveitamento da terra foi inferior no sistema de cultivo consorciado. Os resultados observados não estão de acordo com os de Stewart (1982), que encontrou valores crescentes de UET em resposta ao aumento da lâmina de água aplicada. Por outro

lado, assemelham-se com os obtidos por Natarajan & Willey (1980), pois estes autores detectaram variação acentuada no UET do consórcio sorgo com amendoim, com valor mais elevado para a situação de deficiência hídrica. No presente trabalho, a pressão de população

nos dois sistemas não foi mantida fixa, sendo maior no sistema de consórcio. Este fato pode ter determinado maior competição inter e intra-específica, com reflexos gerais no rendimento das culturas consorciadas (Tabela 7).

TABELA 6. Rendimento (kg/ha) de caupi e milho em sistema de cultivo isolado e consorciado, submetido a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

Tratamentos	Isolado		ConSORCIADO	
	Produção	% Redução	Produção	% Redução
Feijão				
Deficiência na 1ª fase	1.258	10,1	615	6,8
Deficiência na 2ª fase	1.308	6,5	564	14,5
Controle	1.400	-	660	-
Milho				
Deficiência na 1ª fase	B 1.387 a	28,8	AB 712 b	9,6
Deficiência na 2ª fase	C 875 a	55,1	B 503 b	36,1
Controle	A 1.948 a	-	A 788 b	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula em linha e precedidas pela mesma letra maiúscula, em coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

C.V. (%) Feijão : (a) 18,39 ; (b) 17,09

Milho : (a) 11,97 ; (b) 10,51

TABELA 7. Uso eficiente da terra (UET) obtido de milho e caupi submetidos a deficiência hídrica em fases distintas do ciclo biológico. Petrolina, PE, 1983.

Tratamentos	Uso eficiente da terra		
	Milho	Feijão	Consórcio
Deficiência na 1ª fase	0,51	0,49	1,00
Deficiência na 2ª fase	0,57	0,44	1,01
Controle	0,40	0,48	0,88

CONCLUSÕES

1. A escassez de água exerceu influência negativa na produção do milho, principalmente quando imposta na fase reprodutiva, sendo o efeito mais acentuado nas condições de monocultivo do que de plantio consorciado.

2. A produção de caupi não foi afetada pelo nível de estresse imposto, sendo, entretanto, grandemente prejudicada pelo sistema de cultivo consorciado, devido à elevada redução do número de vagem/planta.

3. A produção de flores de caupi foi mais elevada nas plantas cultivadas isoladamente

que em consórcio. O número de grãos por vagem e peso de grãos não foram influenciados pelos tratamentos impostos.

4. A eficiência reprodutiva do caupi, expressa pela relação entre o número total de flores produzidas e o número total de vagens viáveis não foi influenciada pelo sistema de cultivo ou regime hídrico.

5. O consórcio milho/caupi foi mais eficiente, segundo o uso eficiente da terra, em condições de deficiência, do que em condições normais de suprimento hídrico.

REFERÊNCIAS

- BANTILAN, R.T. & HARWOOD, R.R. **The influence of intercropping field corn (*Zea mays* L.) with mungbean (*Phaseolus aureus*) or cowpea (*Vigna sinensis* (L.) Savi) on the control of weeds.** s.n.t. Paper presented at Ann. Sci. Meeting Crop Sci. Soc. Philippines, 4 Cebu City, 1973.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E., ed. **Methods of soil analysis.** Madison, American Society of Agronomy. 1965. v.1, Cap. 30, p.374-90. (ASA Agronomy, 9).
- CHOUDHURY, E.N. & MILLAR, A.A. Características físico-hídricas de três latossolos irrigados do Projeto Bebedouro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, Pe. **Pesquisa em irrigação no Trópico Semi-árido:** solo, água, planta. Petrolina, 1981. p.1-14. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 4).
- CLARK, R.N. & HILLER, E.A. Plant measurement of crop water deficits. **Crop Sci.**, 13:466-9, 1973.
- CLASSEN, M.N. & SHAW, R.S. Water deficit effects on corn. II. Grain Components. **Agron. J.**, 62:652-5, 1970.
- DENMEAD, D.T. & SHAW, R.S. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agron. J.** 52:272-4, 1960.
- DE ROO, H.C. Leaf water potentials of sorghum and corn, estimated with the pressure bomb. **Agron. J.**, 61:969-70, 1969.
- DOWNEY, L.A. Effect of gypsum and drought stress on maize (*Zea mays* L.). I. Growth light absorption and yield. **Agron. J.**, 63:569-72, 1971.
- FAO, Roma, Itália. Climate. In: SURVEY of the São Francisco river basin - Brazil; water and power resources, irrigation requirements and drainage. Rome. 1967. V.3, Cap. 2, p.4-19.
- FISHER, N.M. Studies in mixed cropping. I. Seasonal differences in relative productivity of crop mixtures and pure stand in the Kenya highlands. **Exp. Agric.**, 13:177-84, 1977.
- HARDER, H.J.; CARLSON, R.E.; SHAW, R.H. Yield components, and nutrient content of corn grain as influenced by post-silking moisture stress. **Agron. J.**, 74(2):275-8, 1982.
- HARGREAVES, G.H. **Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil.** Logan, Utah State University, 1974.
- KRISHNAMURTY, K.; BOMMEGOWDA, A.; JAGANNATH, M.K.; PRASAD, T.V.R.; VENUGOPAL, N.; JAYARAM, G.L.; RACHUNATHI, G. Impact of moisture stress on the structure of yield in maize (*Zea mays* L.). I. Effect on grain yield and its components. **Mysore J. Agric. Sci.**, 9:1-6, 1975.
- LOPES, L.H. de O.; NASPOLINI FILHO, V.; QUEIROZ, M.A. de. **Avaliação preliminar do consórcio milho x feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em área de baixa precipitação.** s.n.t. Trabalho apresentado na 12ª Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, Goiânia, GO, 1978.
- MAGALHÃES, A.A.; MILLAR, A.A.; CHAUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. **Turrialba**, 29:269-73, 1979.
- MILLAR, A.A. **Efecto del déficit de agua em diversos periodos del ciclo de crecimiento sobre los rendimientos de algunos cultivos.** s.l., s.ed., 1974. 31p.
- MIRANDA, O. & BALMAR, C. Déficit hídrico y frecuencia de riego en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agric. Téc.**, 37:111-7, 1977.

- NATARAJAN, M. & WILLEY, R.W. Growth studies in sorghum/pigeon pea intercropping with particular emphasis on canopy development and light interception. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTERCROPPING. Hyderabad, Índia, 1979. p.180-7.
- NATARAJAN, M. & WILLEY, R.W. **Some studies on the effects of moisture availability on intercropping yield advantages.** s.n.t. 10p. il. Trabalho apresentado no Second Symposium on Intercropping in Semi-Arid Areas, Morogoro, Tanzânia, 1980.
- PANDEY, R.K.; HERRERA, W.A.T.; PENDLETON, J.W. Drought response of grain legumes under irrigation gradient; I. Yield and yield components. *Agron. J.*, 76(4):549-53, 1984.
- PEREIRA, J.M. de A. & SOUZA, R.A. de. **Mapeamento detalhado da área de Bebedouro, Petrolina, Pe;** Relatório. Recife, SUDENE, 1968. 56p. Mapas anexos.
- REDDY, M.S. & WILLEY, R.W. A study of pearl millet/groundnut intercropping with particular emphasis on the efficiencies of leaf canopy and rooting pattern. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTERCROPPING. Hyderabad, Índia, 1979. p.202-9.
- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Sci.*, 68:95-112, 1949.
- ROBINS, J.S. & DOMINGO, C.E. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans (*P. vulgaris*). *Agron. J.*, 48:67-70, 1956.
- SILVA, M.A. da. **Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* (L.) Sav.) utilizando o sistema de irrigação por "Aspersão em linha".** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 53p. Tese Mestrado.
- SIONIT, N. & KRAMER, P.J. Effect of stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.*, 69:274-8, 1977.
- STEWART, J.I. **Crop yield and returns under different soil moisture regimes.** Muguga, Kenya, Kenyan Agricultural Research Institute. Agriculture Research Department, s.d. 19p. Trabalho apresentado no Third FAO/SIDA Seminar on Field Food Crops in Africa and the Near East, Nairobi, Kenya, 1982.
- TÁVORA, F.J.A.F.; SILVA, F.P. da; MELO, F.I.O.; COSTA NETO, F.V. **Consórcio da mandioca com culturas leguminosas.** Fortaleza, 1988. Mimeografado.
- TURK, K.J.; HALL, A.F.; ASBELL, C.W. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. *Agron. J.*, 72(3):413-20, 1980.
- WIEN, H.C.; LITTLETON, E.J.; AYANABA, A. Drought stress of cowpea and soybean under tropical conditions. In: MUSSEL, H. & STAPLES, R. **Stress physiology on crop plants.** New York, J. Wiley, 1979. p.283-301.
- WILLEY, R.W. & OSIRU, D.S.O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.*, 79:517-29, 1972.