

POPULAÇÃO DE PLANTAS E NÍVEIS DE ÁGUA NO CONSÓRCIO MILHO X CAUPI¹

L.B. MORGADO² e M.R. RAO³

RESUMO - Foi usado o sistema de irrigação por aspersores em linha para estudar o comportamento das culturas do milho e do caupi com diferentes populações de plantas, em plantios isolados e consorciados, com a aplicação de diferentes níveis de água. As produções de grãos das duas culturas aumentaram com o incremento das lâminas d'água aplicadas; o milho apresentou maior resposta que o caupi. O consórcio reduziu a produtividade das culturas. As produções de milho, para as três populações, variaram de 44% a 83% em relação ao plantio isolado; o decréscimo nas produções do caupi foi mais significativo quando consorciado com as maiores populações de milho. A disponibilidade de água no solo foi determinante para a resposta de milho à população. A maior produção de milho isolado para a menor população de plantas (20.000 plantas/ha) foi obtida com uma lâmina d'água de 356 mm, ao passo que para as maiores populações (40.000 e 60.000 plantas/ha) as produções aumentaram linearmente com as lâminas d'água aplicadas. A produção de milho consorciado também aumentou linearmente em relação às lâminas d'água aplicadas, enquanto o caupi não mostrou resposta significativa. O milho mostrou-se mais competitivo no consórcio com a aplicação das maiores lâminas d'água para todas as populações, exceto para a menor (10.000 plantas/ha), quando a produção proporcional do caupi foi semelhante à do milho. Os valores calculados para o índice Uso Eficiente da Terra mostraram vantagem para o consórcio somente para a associação do caupi com o milho na menor população, com lâmina d'água maior ou igual a 200 mm.

Termos para indexação: *Zea mays*, *Vigna unguiculata*, irrigação.

PLANT POPULATION AND WATER APPLICATION IN MAIZE-COWPEA INTERCROPPING

ABSTRACT - A line source sprinkler irrigation system was used to study the effect of different levels of water application in maize and cowpea in sole and intercropping systems under different plant populations. Maize and cowpea grain yields increased as the levels of water increased, with the highest increments for maize. Intercropping had a detrimental effect on the yields of both maize and cowpea compared to sole cropping. Intercropped maize yields varied from 44% to 83% of the sole crop. The yields of intercropped cowpea decreased as the maize population increased. Maize response to plant population was determined by the available moisture. At 20,000 plants/ha of sole maize reached its peak yields at 356 mm and dropped a little at the highest water level; on the contrary, yield at 40,000 and 60,000 plants/ha increased linearly as the water levels increased. The intercropped maize performance, as compared to intercropped cowpea, was better in higher water levels at all populations except under low population (10,000 plants/ha) when the proportional yield of cowpea was similar to maize yield. Land Equivalent Ratio index showed advantage for intercropping only for the combinations of cowpea with low population of maize with 200 mm of irrigated water or above.

Index terms: *Zea mays*, *Vigna unguiculata*, irrigation.

INTRODUÇÃO

O Sertão, que abrange uma área de aproximadamente 844.000 km² e corresponde a 52% da região Nordeste, é caracterizado pela grande variação das precipitações em termos de quantidade (400 - 600 mm/ano), início e distribuição dentro

de um dado período (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1984). Os latossolos, pobres em nutrientes necessários às plantas, com textura leve, que predominam nesta região, têm baixa capacidade de retenção de umidade e contribuem para o agravamento do problema da seca, aumentando os riscos de perda das culturas. A cultura do caupi, que tem ciclo curto e é tolerante à seca, se adapta muito bem a essas condições e proporciona uma produção de grãos que varia de 300 a 500 kg/ha. Sua importância para a região está explícita no fato de que a maior parte da produção de caupi do Nordeste (91% da produção nacional) é obtida no Sertão. O caupi e o milho são as principais culturas

¹ Aceito para publicação em 17 de dezembro de 1984.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300 Petrolina, PE.

³ Eng. - Agr., Ph.D., IICA/EMBRAPA - CPATSA. Endereço atual: ICRISAT, Patancheru P.O. 502.324, Andhra Pradesh, Índia.

alimentícias da região. O milho, por ser uma cultura de ciclo relativamente longo e sensível a condições de baixo teor de umidade no solo, freqüentemente é perdido, mas continua sendo cultivado simplesmente porque é um alimento preferido pela população local. Estas duas culturas podem ser consorciadas individualmente ou ambas ao mesmo tempo, com outras culturas — como, por exemplo, algodão arbóreo, palma, etc. —, porém o consórcio de milho e caupi é o mais comum nos sistemas tradicionais de plantio com duas culturas encontrados no Sertão. Em levantamento conduzido pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) em quatro municípios do Estado de Pernambuco (Ouricuri, Trindade, Bodocó e Ipubi), foi observado que cerca de 90% dos agricultores plantavam milho e caupi em vários sistemas e que o consórcio milho x caupi correspondia a 28% do total dos consórcios ali praticados (Miranda 1984).

As pesquisas para melhorar a prática tradicional do consórcio milho x caupi têm sido limitadas, e os poucos resultados existentes foram obtidos em regiões com características diferentes daquelas do Sertão. Contudo, Rao & Morgado (1984) resumiram os resultados de 34 experimentos conduzidos no Nordeste e observaram que o consórcio milho x caupi produziu 41% mais do que as culturas isoladas. Vantagem semelhante, em relação à produção, para este consórcio, foi registrada em outras regiões semi-áridas (Enyi 1973, Reminson 1980). Outra vantagem da consorciação de culturas é a redução dos riscos de perda total da produção causados pelas variações climáticas. Porém, a relação entre vantagens do consórcio e água ainda não está bem esclarecida. Rao & Morgado (1984) não observaram nenhuma relação distinguível entre vantagem do Uso Eficiente da Terra (UET) e a chuva. Estudos conduzidos no International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) sobre combinações similares, como milheto x caupi e sorgo x amendoim, indicaram que a vantagem relativa do consórcio aumentou sob condições de pouco estresse hídrico, mas decresceu com a intensidade deste. Contudo, os consórcios ainda foram vantajosos em relação às culturas isoladas sob condições severas de estresse hídrico (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics 1981). Ao contrário, Fisher

(1977) e Stewart (s.n.t.), trabalhando no Quênia, observaram que o consórcio milho x feijão não oferece nenhuma vantagem sobre o plantio isolado em condições limitantes de umidade no solo. No Nordeste, Mafra et al. (1979) e Lira et al. (1978) obtiveram resultados em que os consórcios milho x caupi e milho x feijão foram vantajosos somente nos anos com boa precipitação. Estes resultados contraditórios levantam dúvidas se a consorciação de culturas oferece alguma vantagem real sobre as culturas isoladas, especialmente em áreas propensas à ocorrência de secas.

De um modo geral, populações de 40.000 a 50.000 plantas por hectare têm-se mostrado como ótimas para o plantio isolado das culturas do milho e do caupi (Espinoza et al. 1980, Dale & Shaw 1965, Paiva & Albuquerque 1970), enquanto que no consórcio, plantio em fileiras alternadas ou uma fileira de milho para duas de caupi, metade da população ótima para milho e população ótima total para caupi têm apresentado a vantagem máxima (Rao & Morgado 1984). Contudo, estas populações não podem ser generalizadas para todas as situações, dada a grande interação existente entre população de plantas e umidade do solo e a grande variabilidade da estação chuvosa no Sertão. Para citar um exemplo, estudos de Stewart (s.n.t.) e Espinoza et al. (1980) mostraram que, sob condições de baixo teor de umidade no solo, 20.000 plantas por hectare são suficientes para o milho isolado. As informações quantitativas disponíveis sobre os efeitos de população e água no consórcio são pouquíssimas e só podem ser obtidas através de estudos com aplicação controlada de água. Neste contexto, o presente estudo foi desenvolvido para avaliar o efeito de diferentes níveis de água na vantagem do consórcio milho x caupi e determinar as populações ótimas para milho e caupi em plantios isolado e consorciado sob condições de diferentes regimes de umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período pós-chuva, de maio a setembro de 1983, na Estação Experimental de Bebedouro do CPATSA, em Petrolina, PE. (Latitude: 09°09'S, Longitude: 40°22'W, Altitude: 365,5 m). O solo da área experimental é um Latossolo de textura leve, com profundidade média e baixa fertilidade (Tabela 1). Os tratamentos consistiram de três populações com 20.000,

TABELA 1. Caracterização do solo da área experimental (amostragem em 16.05.83).

Profundidade (cm)	Textura			Densidade aparente g/cm ³	Grau de umidade		Matéria orgânica (%)	Concentração de nutrientes		
	Areia	Silte %	Argila		1/3 atm	15 atm %		P ppm	K meq/100 g	NO ₃ ppm
0 - 30	88	3	9	1,54	6,21	2,74	0,44	20	0,20	41
30 - 60	85	3	12	1,54	8,62	3,77	0,37	12	0,17	36

40.000 e 60.000 plantas por hectare, para milho (M₁, M₂, M₃) e caupi (C₁, C₂, C₃) isolados, e três populações com 10.000, 20.000 e 40.000 plantas por hectare para milho consorciado com caupi a uma população constante de 40.000 plantas por hectare (m₁C₂, m₂C₂, m₃C₂). Uma população alta de caupi foi usada no consórcio porque esta cultura é a mais importante. Estes nove tratamentos foram casualizados em cada uma das quatro repetições, que foram localizadas duas a duas ao lado de um sistema de irrigação por aspersão (Fig. 1). Diferentes níveis de água foram proporcionados dentro das parcelas pela colocação de uma linha de aspersores, precisamente espaçados (6,0 m entre aspersores), que produz uma distribuição de aplicação de água uniforme ao longo da linha, mas variável no sentido perpendicular, com aplicação máxima próximo à linha, decrescendo à proporção que se afasta desta, com pouco ou nenhuma água a mais ou menos 14,0 m (Hanks et al. 1976). O experimento foi instalado no campo de modo que a linha de aspersores ficasse paralela à direção do vento predominante (leste-oeste), para minimizar o efeito do vento na aplicação da água, e pela mesma razão as irrigações foram feitas ao anoitecer, quando a velocidade do vento era mínima. As fileiras das culturas estavam perpendiculares à linha de aspersores. O tamanho das parcelas foi de 14,5 m de comprimento por 3,75 m de largura para as culturas isoladas (cinco fileiras) e o mesmo comprimento com 5,25 m de largura para o consórcio (sete fileiras). Deixando uma bordadura de 0,66 m em cada cabeceira, cada parcela foi dividida em cinco subparcelas de 2,66 m, contendo o número exato de plantas para todas as populações estudadas. Em todas as irrigações foram colocados baldes coletores no centro da subparcela, para medir a quantidade de água aplicada. A água coletada em cada balde, após ser medida, foi considerada como a água aplicada para cada uma das subparcelas. Os aspersores operaram a uma pressão de 3 atmosferas, proporcionando um raio molhado de 13 a 14 m. Para conveniência das medições, os baldes foram colocados nas parcelas de caupi isolado e foram sendo elevados, com o uso de tijolos, à proporção que a cultura foi crescendo. A água aplicada através de irrigações uniformes foi medida, também, com a colocação de baldes ao acaso em toda a área experimental.

O plantio das variedades Centralmex (milho) e Pituba (Caupi) foi feito nos dias 23 e 24 de maio, com

três a quatro sementes por cova, com espaçamento constante de 75 cm entre fileiras para os dois sistemas, e arranjo de 1M:1C no consórcio (uma fileira de milho para uma de caupi). Foi aplicada, em todas as parcelas, uma dose básica de fósforo correspondente a 50 kg de P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples. Um dia após o plantio foi feita uma irrigação uniforme de 30 mm em todas as parcelas. No dia 1.º de junho foi feita outra irrigação uniforme e, em seguida, o desbaste das culturas, deixando o número de plantas correspondentes a cada população estudada. Foram aplicados, somente no milho, 40 kg de N/ha, na forma de uréia, sendo metade na época do desbaste e metade 30 dias depois, seguida de uma irrigação uniforme. Um total de 87 mm foram aplicados nas três irrigações uniformes. As demais irrigações, em número de sete, foram aplicadas através do sistema de irrigação por aspersão em linha (line source sprinkler irrigation), com lâminas de 40 a 45 mm na primeira subparcela (Fig. 2). As quantidades totais de água aplicada, incluindo os 87 mm das irrigações uniformes e 18 mm de chuvas que caíram durante a condução do experimento, foram de 391, 356, 281, 196 e 124 mm para o ciclo do milho, e de 295, 273, 213, 149 e 112 mm para o ciclo do caupi, respectivamente, nas cinco subparcelas, a partir da linha de aspersores. A evaporação do tanque classe A durante o período de crescimento das culturas foi de 542 mm para o caupi e 910 mm para o milho. Foi feito controle de plantas daninhas, pragas e doenças quando necessário. O caupi foi pulverizado duas vezes; uma vez, com Nuvacron, para combater a cigarrinha, e outra, com Metasystox, para combater o pulgão. As pulverizações no milho foram três, todas com Ambush, para controlar a lagarta-do-cartucho. O caupi foi colhido no dia 3 de agosto, setenta dias após o plantio, enquanto que o milho foi colhido no dia 15 de setembro, cento e treze dias após o plantio.

As produções de grãos e restolho foram estimadas para cada subparcela, colhendo-se as duas fileiras centrais de 2,66 m de comprimento, das culturas isoladas, e quatro fileiras (duas de milho e duas de caupi) do consórcio. Entretanto, somente a produção de grãos é considerada aqui para ilustrar a adaptação do sistema de irrigação por aspersores em linha para um estudo de consorciação de culturas e os efeitos de água e população. A variação da fertilidade do solo afetou os efeitos de tratamentos em uma repetição; e por esta razão, na análise final dos resultados fo-

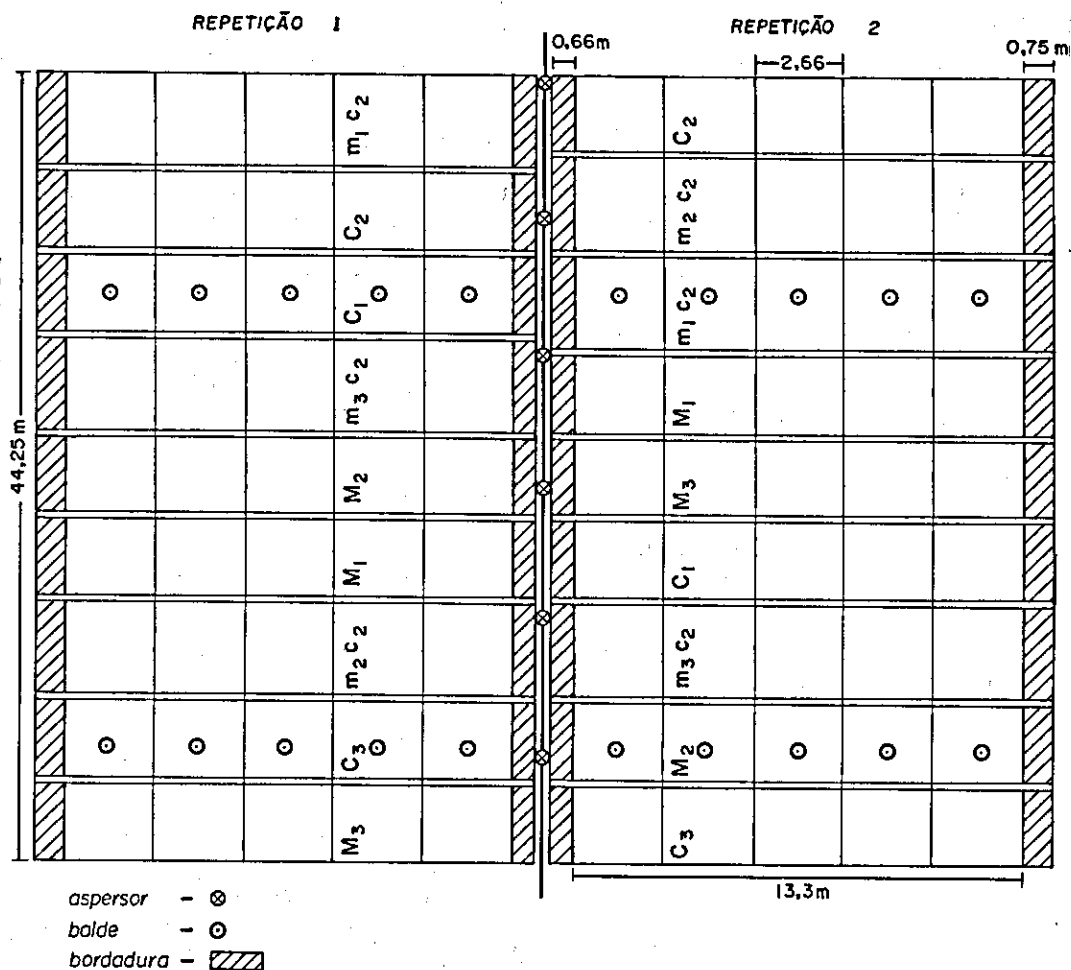


FIG. 1. Diagrama representativo de duas repetições e do sistema de irrigação por aspersores em linha.

ram considerados apenas três repetições. Desde que os níveis de umidade não foram casualizados, não é possível fazer uma análise de variância formal. Mas, para fornecer alguma base de comparação dos efeitos de tratamentos, os resultados foram analisados como sendo um delineamento em faixas (Federer 1982), que é o que melhor se ajusta ao tipo de arranjo usado, onde as faixas de populações e os sistemas de plantio foram localizados em direção cruzando as faixas dos níveis de água, que variavam em sentido contrário (Fig. 1). Em tais delineamentos com arranjo sistemático, a melhor avaliação a ser feita é ajustar regressões apropriadas entre a produção e o fator de interesse e analisar as tendências dos efeitos (Mead & Riley 1981). Desta forma, foram ajustadas regressões entre os totais de água aplicada e produções em cada população dos diferentes sistemas de plantio.

Um dos critérios de avaliação da vantagem do plantio

consociado sobre o plantio isolado é o cálculo do índice Uso Eficiente da Terra (UET), que é definido como a soma das áreas necessárias para que as culturas em plantio isolado proporcionem as mesmas produções obtidas em um hectare com o plantio consociado. O cálculo do UET para duas culturas pode ser feito através da seguinte fórmula:

$$\text{UET} = \frac{\text{Produção da cultura A no plantio consociado}}{\text{Produção da cultura A no plantio isolado}} + \frac{\text{Produção da cultura B no plantio consociado}}{\text{Produção da cultura B no plantio isolado}}$$

Os índices para Uso Eficiente da Terra (UET) foram calculados através dos dados de produção das regressões ajustadas.

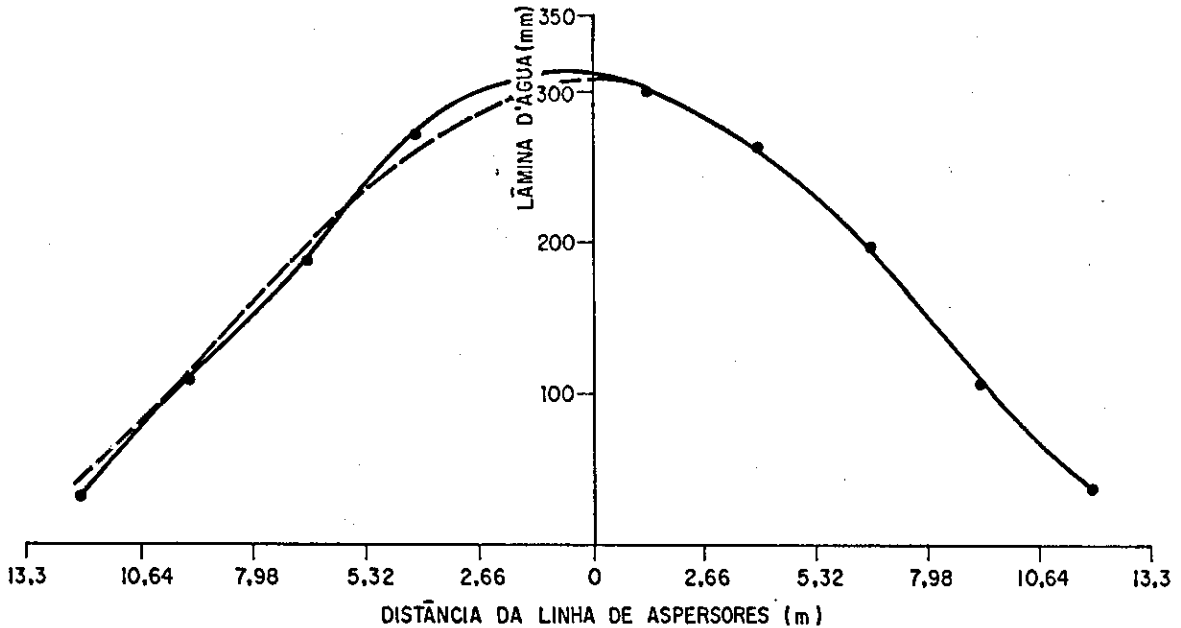


FIG. 2. Quantidades diferenciais do total de água aplicada, através de irrigação com aspersores em linha, nos dois lados da linha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 2 contém as diferentes quantidades totais de água aplicada através do sistema de irrigação por aspersão em linha. A distribuição da água foi mais ou menos uniforme nos dois lados da linha de aspersores, exceto em duas ocasiões quando houve influência do vento; uma vez a quantidade de água aplicada foi maior na parte norte e outra vez houve mais água na parte sul do experimento. Como a diferença na quantidade de água ocorreu nos dois lados, o total de água aplicada foi semelhante em ambos os lados e o desvio do valor esperado, indicado pela linha tracejada na Fig. 2, foi pequeno. Em vista disto, o cálculo das médias para os pontos da curva foi feito somente com três repetições.

As produções de grãos de milho e caupi, isolados e consorciados, encontram-se na Fig. 3. A Tabela 2 contém as regressões ajustadas para produção de grãos de milho e caupi, isolados e consorciados, e lâminas d'água totais.

As produções para milho consorciado foram significativamente menores que para milho isolado

(Tabela 3). Elas variaram de 44% a 83% em relação ao plantio isolado para as diferentes populações de milho. Isto ocorreu porque a população no consórcio foi somente 50% da população do plantio isolado para a primeira e a segunda populações e 66% para a população mais alta. Além disso, o caupi pode ter causado alguma competição para o milho no consórcio. As produções de milho aumentaram com o aumento da disponibilidade de água. O milho respondeu também à população, mas a resposta foi determinada pela disponibilidade de água. A interação população x água também dependeu do sistema de plantio. O milho isolado, com 20.000 plantas por hectare, alcançou sua maior produtividade com a lâmina d'água de 356 mm e caiu um pouco com a maior lâmina (391 mm). Por outro lado, a produtividade para 40.000 e 60.000 plantas por hectare aumentou linearmente com a água aplicada, sugerindo que a água disponível não foi suficiente para que estas populações atingissem suas produções potenciais máximas. Entretanto, as produções do milho consorciado aumentaram linearmente em todas as três populações. Isto demonstra que o milho consorciado

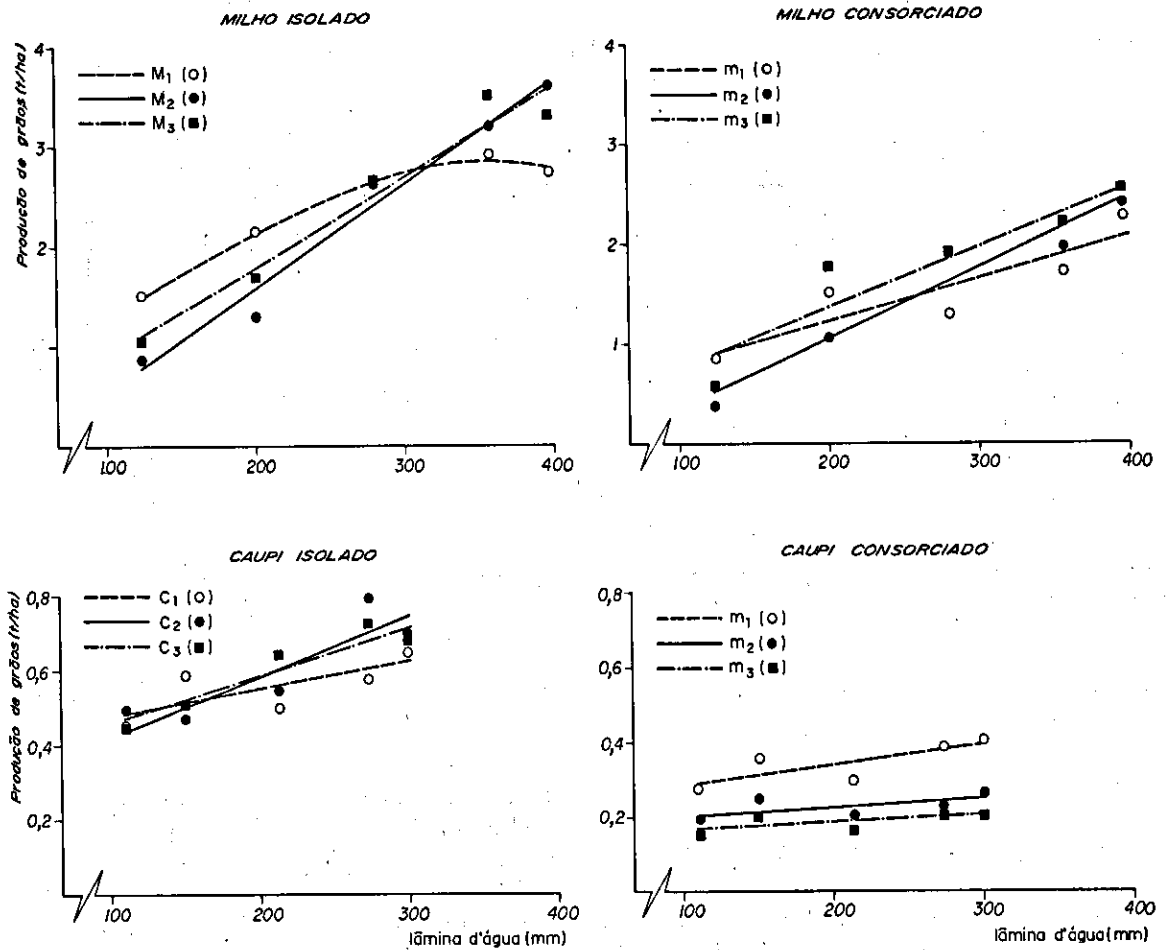


FIG. 3. Produção de grãos de milho e caupi isolados e consorciados.

TABELA 2. Equações de regressão ajustadas para produção de grãos, em kg/ha (y), de milho e caupi isolados e consorciados, e lâminas d'água totais, em mm (x), para as diferentes populações de plantas.

Milho isolado		
M ₁	$y = -221 + 16,72x - 0,0229x^2$	$r^2 = 0,99$
M ₂	$y = -549,86 + 10,65x$	$r^2 = 0,98$
M ₃	$y = -47,4 + 0,21x$	$r^2 = 0,96$
Consórcio		
m ₁	$y = 383 + 4,24x$	$r^2 = 0,76$
m ₂	$y = -384 + 7,15x$	$r^2 = 0,94$
m ₃	$y = 119 + 6,2x$	$r^2 = 0,86$
Caupi isolado		
C ₁	$y = 405 + 0,71x$	$r^2 = 0,53$
C ₂	$y = 261 + 1,64x$	$r^2 = 0,77$
C ₃	$y = 307 + 1,39x$	$r^2 = 0,90$

TABELA 3. Análise de variância para produção de grãos de milho e caupi.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Milho		Caupi	
		Quadrado médio	F	Quadrado médio	F
Repetições	2	3.040.123,87	2,01	47.166,14	< 1
Plantio isolado x plantio consorciado	1	13.042.401,36	8,60*	2.327.419,22	34,5**
Populações no plantio isolado	2	52.258,40	< 1	11.310,86	< 1
Populações no plantio consorciado	2	346.214,86	< 1	139.870,69	2,07
Erro (a)	10	1.510.745,25		67.511,30	
Lâmina d'água	4	10.736.363,63	37,76**	53.162,69	3,42
Erro (b)	8	284.287,27		15.559,27	
População plantio isolado x lâmina d'água	8	702.004,01	2,03	14.873,64	< 1
População plantio consorciado x lâmina d'água	8	200.353,20	< 1	1.792,44	< 1
Sistema de plantio x lâmina d'água	4	431.451,93	1,25	42.188,57	2,45
Erro (c)	40	344.420,71		17.018,01	
Total	89				

* Significante ao nível de 5%

** Significante ao nível de 1%

do com caupi requereu mais água que os tratamentos isolados correspondentes. A interação população x água no plantio isolado foi significativa a 10% de probabilidade. A resposta à população foi significativa até 40.000 plantas por hectare com as duas primeiras lâminas d'água. As três populações apresentaram produções semelhantes com a terceira lâmina (281 mm), mas com as duas lâminas mais baixas a população de 20.000 plantas por hectare proporcionou as maiores produções. Obviamente, sob condições limitantes de umidade as populações altas sofrem mais os efeitos da falta d'água do que as populações baixas. A interação população x água não foi significativa no consórcio, mas os efeitos, de certo modo, foram semelhantes aos observados no plantio isolado. A vantagem das populações altas (20.000 e 40.000 plantas/ha) foi notada até a lâmina de 281 mm; abaixo disto, a menor população de milho (10.000 plantas/ha) apresentou as maiores produções.

As produções de caupi também aumentaram com a aplicação de água, mas ao contrário do que ocorreu com o milho a taxa de resposta foi menor, provavelmente por causa de seu baixo requerimento de água. A produção de grãos foi de aproximadamente 450 kg/ha, com uma lâmina d'água de

112 mm e o incremento proporcionado por uma lâmina adicional de 200 mm foi de apenas 250 a 300 kg/ha. Comparado a isto, o milho apresentou um aumento de 600 a 1.800 kg/ha, dependendo da população. Diferente do que ocorreu com o milho, onde as regressões ajustadas para produção de água aplicada explicaram a variação na produção de 76% a 99%, as regressões para o caupi puderam explicar a variação somente de 53% a 90%, e somente no plantio isolado (Tabela 2). Não houve relação significativa entre produção e água no consórcio, indicando que, além da água, outros fatores, como a competição do milho, podem ter afetado negativamente a produção neste sistema. A resposta do caupi à população também não foi marcante. As populações de 40.000 e 60.000 plantas por hectare deram produções que foram apenas um pouco maiores do que a obtida nas 20.000 plantas por hectare para as lâminas de até 213 mm, mas as diferenças entre as três populações diminuíram quando as lâminas d'água foram menores. Assim sendo, o caupi respondeu menos à aplicação de água e à população. O consórcio prejudicou as produções de caupi significativamente, e a redução foi maior com as maiores populações de milho. Sua produção em consórcio com o milho nas populações de 20.000 e 40.000 plantas por hectare

foi apenas a metade daquela produzida com 10.000 plantas de milho por hectare.

Tanto o milho como o caupi, mesmo com a população mais baixa, proporcionaram produções razoáveis (1.515 kg/ha para M_1 e 456 kg/ha para C_1) com as menores lâminas d'água, 124 mm e 112 mm, respectivamente. Isto levanta dúvidas quanto à utilização da água do lençol freático pelas culturas. A estação experimental do CPATSA está localizada dentro do projeto de irrigação de Bebedouro, onde o lençol freático geralmente é alto. Na época do plantio o lençol freático estava abaixo de 1,50 m mas havia umidade na camada do solo abaixo de 60 cm. Observações periódicas não indicaram a presença do lençol freático dentro da zona do sistema radicular, mas, mesmo assim, pode ter acontecido que as culturas, especialmente o caupi, tenham se beneficiado da água das camadas inferiores do solo. Esta suposição é demonstrada pelo fato de que, enquanto as regressões para produção de milho e lâmina d'água total tiveram interceptos negativos, as do caupi tiveram interceptos positivos (Tabela 2). Portanto, os resultados deste estudo têm que ser considerados levando-se em conta estas particularidades.

Os valores do índice UET para cada componente individual e para o total dos diferentes tratamentos consorciados são dados na Fig. 4. Eles foram calculados para cada lâmina d'água usando-se as produções mais altas das culturas isoladas, que foram as produções de M_2 e C_2 para as lâminas 1, 2 e 3, e as produções de M_1 e C_1 para as demais lâminas. Na população m_1 as produções proporcionais de milho e caupi foram semelhantes em condições ótimas de umidade; mas com teor de umidade menor, o caupi tornou-se mais competitivo e aumentou sua produção proporcional em relação à do milho. O UET total foi maior que 1,0 em todas as lâminas d'água usadas, sendo de 20% a melhor vantagem que foi observada entre 200 e 280 mm de água aplicada. A vantagem para as lâminas menores que 200 mm caiu para 10%. Na população m_2 , o milho foi competitivo para o caupi com lâminas de até 280 mm, produzindo 67% da produção do plantio isolado. O caupi foi novamente dominante com a aplicação das menores lâminas. O UET total para esta população não foi maior que 1,0 com nenhuma lâmina d'água,

indicando que não houve vantagem do consórcio sobre as culturas isoladas. Na verdade ele foi sempre inferior em condições de baixo teor de umidade. Com a população m_3 , o milho foi muito mais dominante em relação ao caupi para todas as lâminas d'água aplicadas, embora as produções decrescessem de 70% para 49% do plantio isolado com o decréscimo da água de 390 mm para 124 mm. O consórcio mais uma vez não apresentou nenhuma vantagem sobre o plantio isolado. A vantagem de se ter baixas populações em condições de baixos teores de umidade no solo poderia ser evidenciada mais claramente se os UETs fossem calculados usando-se as produções da cultura isolada obtidas com a população geralmente recomendada de 40.000 plantas por hectare. Enquanto que com populações altas de milho (m_2 e m_3) o consórcio não mostrou nenhuma vantagem sobre o plantio isolado, o mesmo, com a menor população (m_1), apresentou produções 30% e 47% maiores com as lâminas de 196 mm e 124 mm, respectivamente.

A vantagem do consórcio foi apenas para as combinações do caupi com a menor população de milho e lâmina d'água igual ou maior que 200 mm. Os agricultores de subsistência interessados nas culturas de milho e caupi podem optar por este sistema de consórcio, pois ele apresenta-se como uma prática eficiente do uso da terra. Embora o consórcio não tenha mostrado vantagem expressiva quando a população de milho foi aumentada de 10.000 para 20.000 plantas por hectare as produções absolutas foram maiores com população alta em melhores condições de umidade. Contudo, na maioria dos experimentos que indicam vantagem da produção de 20% a 30% para essa combinação, tem sido usado 20.000 a 25.000 plantas por hectare de milho e de 40.000 a 50.000 plantas por hectare de caupi (Rao & Morgado 1984, Mafra et al. 1979, Faris et al. 1983). A estratégia de sequeiro deveria ser aquela em que o sistema selecionado aproveitasse o máximo possível os recursos hídricos existentes em anos bons de chuva e não corresse risco de perda total nos anos ruins. Desde que não se pode prever com antecedência o comportamento das chuvas e qual o sistema apropriado, o procedimento ideal seria o plantio de populações altas com desbaste posterior, de modo

POPULAÇÃO DE PLANTAS

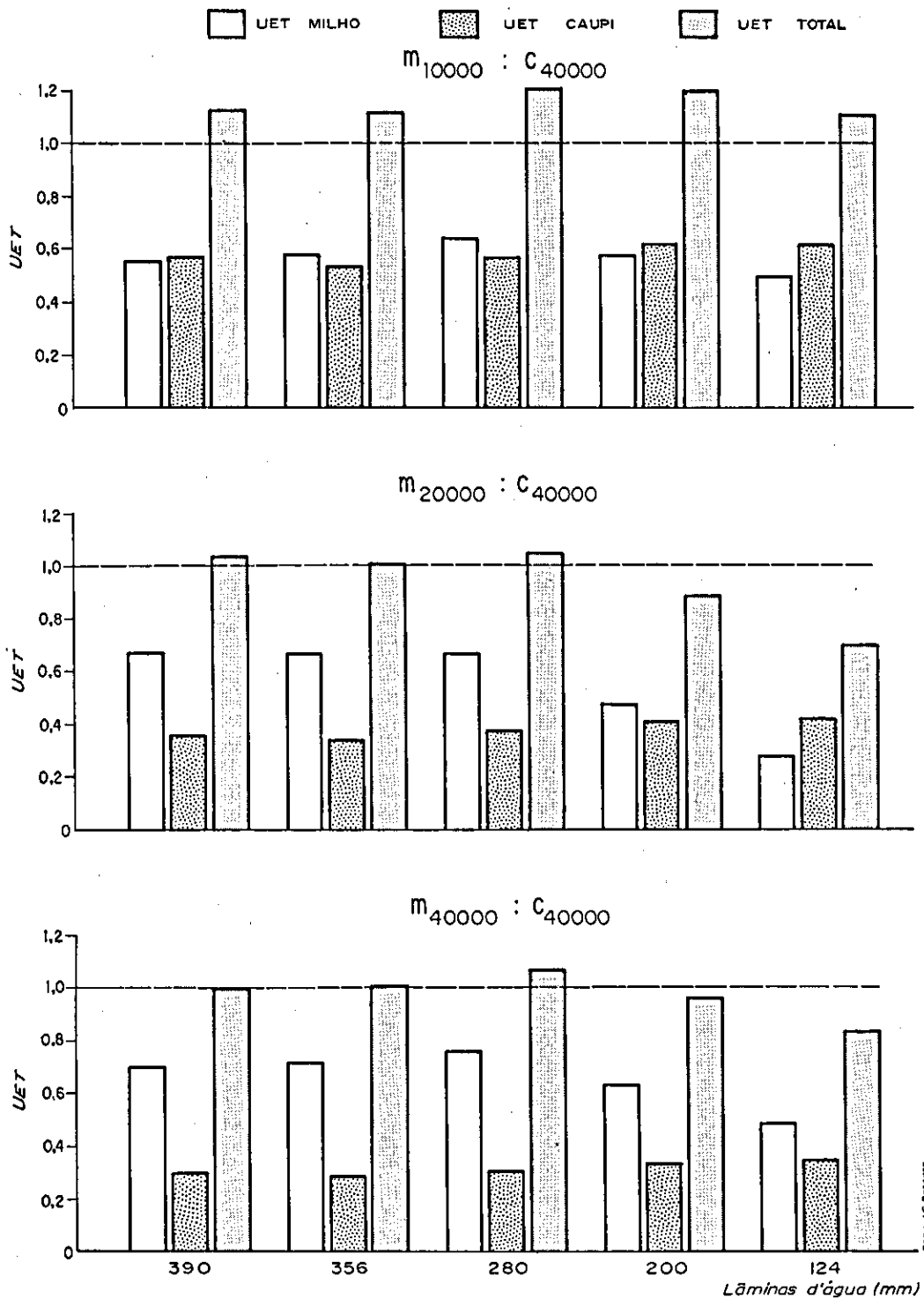


FIG. 4. Uso eficiente da terra para o consórcio milho x caupi com diferentes densidades do milho e lâminas d'água aplicadas.

que o número de plantas fosse adequado às chuvas que ocorressem no período. Se a tendência do período chuvoso for de um ano normal, com 300 mm ou mais, a população de milho pode ser mantida em 20.000 plantas por hectare; mas se a disponibilidade provável de água vier a ser um pouco menor, o milho deve ser desbastado para 10.000 plantas por hectare. Se a tendência evidenciar que a disponibilidade de água será inferior a 200 mm, o milho deve ser removido completamente, deixando-se somente o caupi, que é tolerante à seca. Tal flexibilidade no sistema permite que as plantas façam uso eficiente da água disponível, proveniente das chuvas que venham a cair no período, com pouco risco de perda.

A aplicação de água, neste estudo, foi feita em pequenas quantidades e em intervalos regulares, proporcionando uma alta eficiência da utilização de água pelas culturas. Este pode não ser o caso das condições reais de precipitações que ocorrem no mundo. A variabilidade, dentre e entre estações chuvosas, das precipitações pluviométricas dos trópicos semi-áridos, aliada aos solos rasos predominantes, permite que apenas 50% a 60% das chuvas sejam eficientes para o crescimento das culturas. Com base nisto, os resultados do presente estudo sugerem que o consórcio pode não dar vantagens expressivas sobre o plantio isolado se a precipitação pluviométrica for inferior a 350 mm. A maioria dos experimentos desenvolvidos no CPATSA nos últimos três a quatro anos com milho x caupi e algodão x caupi não mostrou nenhuma vantagem para o consórcio quando as precipitações foram de 300 a 400 mm por ano. Contudo, outras experimentações são necessárias para confirmar estes resultados e identificar culturas alternativas e combinações de culturas que possam ter potencial para a região.

CONCLUSÕES

1. A produção de milho aumenta significativamente com o incremento da população de plantas e da disponibilidade de água no solo. O aumento é linear com altas populações no plantio isolado e com todas as populações usadas no consórcio.

2. O caupi responde à aplicação de água no plantio isolado; mas quando consorciado, não

apresenta diferença significativa para os diferentes níveis de umidade dentro de cada população de milho.

3. O consórcio foi prejudicial para as duas culturas; o aumento da população de plantas afeta mais o caupi que o milho.

4. Para que o consórcio milho x caupi seja vantajoso, nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, é necessário que as plantas disponham de um teor de umidade no solo nunca inferior a 350 mm durante o ciclo vegetativo.

REFERÊNCIAS

- DALE, F.F. & SHAW, R.H. Effect on corn yield of moisture stress and stand at two fertility levels. *Agron. J.*, 57:475-9, 1965.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. Projeto III de Pesquisa Agropecuária BIRD III; proposta de prioridades. CPATSA. Petrolina, 1984. 50p.
- ENYI, B.A.C. Effects of intercropping maize or sorghum with cowpeas, pigeonpeas or beans. *Exp. Agric.*, 9:83-90, 1973.
- ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J. & ROCHA, L.A. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região dos Cerrados. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(1): 85-95, 1980.
- FARIS, M.A.; BURITY, H.A.; REIS, O.V. dos & MAFRA, R.C. Intercropping of sorghum or maize with cowpeas or common beans under two fertility regimes in Northeastern Brazil. *Exp. Agric.*, 19:251-61, 1983.
- FEDERER, W.T. Statistical analysis for multistage experiment designs. In: _____, *Delineamento e análise estatística de experimentos de consorciação de culturas*. Brasília, EMBRAPA - DMQ, 1982. cap. 1. (EMBRAPA-DMQ, B/21).
- FISHER, N.M. Studies in mixed cropping. I. Seasonal differences in relative productivity of crop mixtures and pure stands in Kenya highlands. *Exp. Agric.*, 13:177-84, 1977.
- HANKS, R.J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V.P. & WILSON, G.D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40:426-9, 1976.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Hyderabad, India. Annual report 1979/80. Patan, 1981. 304p.
- LIRA, M. de A.; FARIS, M.A.; ARAÚJO, M.R.A. de; VENTURA, C.A. d'O. & MANGUEIRA, O.B. Consorciação de sorgo, milho, algodão e feijão macassar. *Pesq. agropec. pernamb.*, Recife, 2(2): 153-63, 1978.

- MAFRA, R.C.; LIMA, 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. *Pesq. agropec. pernamb., Recife*, 3(1):93-104, 1979.
- MEAD, R. & RILEY, J. A review of statistical ideas relevant to intercropping research. *J. Statist. Soc. Am.*, 144(4):462-509, 1981.
- MIRANDA, E.E. de. Desenvolver a agricultura ou os agricultores?; a questão do consórcio. In: REUNIÃO SOBRE CULTURAS CONSORCIADAS NO NORDESTE, 1., Teresina, PI, 1983. *Anais . . . Teresina*, s. ed., 1984, v. 2, p. 2-6.
- PAIVA, J.B. & ALBUQUERQUE, J.J.L. de. Espaçamen-
to em feijão de corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará. *Turrialba*, 20:413-4, 1970.
- RAO, M.R. & MORGADO, L.B. A review of maize-beans and maize-cowpea intercrop systems in the semi-arid Northeast Brazil. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 19(2):179-92, fev. 1984.
- REMINSON, S.U. Interaction between maize and cowpea at various various frequencies. *J. Agric. Sci.*, 94: 617-21, 1980.
- STEWART, J.I. Crop yields and returns under different soil moisture regimes. s.n.t. Trabalho apresentado no Third FAO/SIDA Seminar on Field Food Crops in Africa and the Near East, Nairobi, Kenya, 1982.