

# Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo

Flávio Favaro Blanco<sup>(1)</sup>, Milton José Cardoso<sup>(1)</sup>, Francisco Rodrigues Freire Filho<sup>(1)</sup>,  
Marcos Emanuel da Costa Veloso<sup>(1)</sup>, Carlos Cesar Pereira Nogueira<sup>(1)</sup> e Nildo da Silva Dias<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Meio-Norte, Avenida Duque de Caxias, nº 5.650, Buenos Aires, CEP 64006-220 Teresina, PI. E-mail: flavio@cpamn.embrapa.br, miltoncardoso@cpamn.embrapa.br, freire@cpamn.embrapa.br, marcos@cpamn.embrapa.br, noqueira@cpamn.embrapa.br <sup>(2)</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido, CP 137, CEP 59625-900 Mossoró, RN. E-mail: nildo@ufersa.edu.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de milho verde (*Zea mays*) e de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), cultivados em consórcio, a lâminas de irrigação e doses de fósforo. Os experimentos foram realizados em 2008 e 2009, em delineamento de blocos ao acaso, com 25 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco lâminas de irrigação, a 70, 110, 140, 180 e 220% da evapotranspiração da cultura, e de cinco doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 0, 50, 100, 150 e 200% da dose de P recomendada. O milho foi semeado no espaçamento 0,80x0,40 m, e o feijão-caupi foi semeado dentro das linhas entre as plantas de milho. Não houve efeito das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; porém, a resposta às lâminas de irrigação foi quadrática em milho e linear em feijão-caupi. As máximas produtividades técnicas de espigas de milho verde com palha (10,76 Mg ha<sup>-1</sup>) e sem palha (7,62 Mg ha<sup>-1</sup>) foram obtidas com a lâmina de 530 mm, intermediária às lâminas referentes a 180 e 220% da evapotranspiração da cultura. A maior produtividade de grãos verdes de feijão-caupi (3,40 Mg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com a maior lâmina de água aplicada, de 644 mm.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, adubação, evapotranspiração.

## Green maize intercropped with cowpea under different irrigation depths and phosphorus doses

Abstract – The objective of this work was to evaluate the response of green maize (*Zea mays*) intercropped with cowpea (*Vigna unguiculata*) to irrigation depths and phosphorus doses. The experiments were carried out in 2008 and 2009 in a randomized block design, with 25 treatments and four replicates. Treatments consisted of five irrigation depths at 70, 110, 140, 180 and 220% of the crop evapotranspiration, and of five doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0, 50, 100, 150 and 200% of the recommended P dose. Maize was sown at 0.80x0.40 m spacing, and cowpea was planted inside the lines among maize plants. There was no effect of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses, but the response to irrigation depths was quadratic for maize and linear for cowpea. The maximum technical yield of green ears of maize with straw (10.76 Mg ha<sup>-1</sup>) and without straw (7.62 Mg ha<sup>-1</sup>) was obtained with 530 mm depth, intermediary to the 180 and 220% of the crop evapotranspiration. The highest cowpea green grain (3.40 Mg ha<sup>-1</sup>) was obtained with the highest water depth, of 644 mm.

Index terms: *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, fertilization, evapotranspiration.

### Introdução

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é geralmente utilizado em consórcio com o milho (*Zea mays* L.) na região Meio-Norte do Brasil (Cardoso et al., 2007), o que permite ao pequeno agricultor diversificar sua produção e explorar a terra de modo mais intensivo. O feijão-caupi é cultivado em todos os estados da região Nordeste e pode ser colhido seco ou verde, a depender do mercado que se pretende atingir.

O plantio de milho e de feijão-caupi, sob regime de sequeiro, em Teresina, PI, fica limitado aos meses de novembro a fevereiro, pois não há disponibilidade

hídrica suficiente para garantir a produção nos plantios efetuados fora desse período, o que torna obrigatório o uso da irrigação.

O manejo da irrigação das culturas, geralmente, é feito para atender plenamente à demanda de água pelas plantas, com vistas à maximização da produção. Entretanto, a pesquisa tem demonstrado que o manejo deve ser baseado em metas econômicas e não de máxima produtividade fisiológica. Em muitos casos, a quantidade de água aplicada para se alcançar a máxima lucratividade é menor do que a necessária para compensar totalmente a evapotranspiração, ou seja, aplica-se um déficit hídrico controlado, para

reduzir os custos com a irrigação e, ainda que haja certa redução da produção, a irrigação com deficit torna-se mais econômica (English & Nuss, 1982). Para o sucesso no manejo da irrigação com deficit hídrico, é necessário conhecer a resposta da cultura à água; só assim é possível planejar, projetar e manejar sistemas para irrigação com deficit (English, 1990, 2002).

Para a cultura do feijão-caupi, alguns trabalhos foram realizados para determinar as melhores doses de fertilizantes e lâminas de irrigação na região Meio-Norte do Brasil (Bastos et al., 2006; Cardoso et al., 2006; Ferreira et al., 2006). Porém, a quase totalidade dos trabalhos avaliou a produção de grãos secos, e há carência de informações quanto à produção de grãos verdes.

A resposta das culturas à irrigação e à adubação normalmente é interativa (Carvalho et al., 2000; Garrido et al., 2000), o que torna os experimentos fatoriais de grande valia para definir com maior exatidão o manejo a ser adotado.

Silva (2007) relata que, mesmo para solos com concentração inicial de P acima de  $141 \text{ mg dm}^{-3}$  (resina), deve-se realizar a adubação com  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , para se obterem retornos econômicos elevados em feijão-caupi, quando o objetivo for a produção de grãos verdes, o que mostra a importância do correto manejo da adubação fosfatada nessa cultura.

Para o milho, embora a quantidade de P absorvida seja inferior às quantidades de N, K e Ca, a dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aplicada nas adubações geralmente é elevada, em razão da baixa eficiência de aproveitamento (20 a 30%) desse nutriente pela cultura (Coelho & França, 1995). Têm sido relatadas grandes diferenças entre as cultivares de milho, quanto à eficiência de utilização de P, o que resulta em variações de resposta à aplicação desse nutriente (Machado et al., 1999, 2001).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta do híbrido de milho AG-1051 e da cultivar de feijão-caupi BRS-Guariba, cultivados em consórcio, a diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI ( $05^{\circ}02'01''\text{S}$ ,  $42^{\circ}47'54''\text{W}$ , 72 m de altitude), em Latossolo Amarelo, com as seguintes características físicas: camada 0–20 cm ( $759 \text{ g kg}^{-1}$  de areia,  $105 \text{ g kg}^{-1}$

de silte,  $136 \text{ g kg}^{-1}$  de argila); camada 20–40 cm ( $751 \text{ g kg}^{-1}$  de areia,  $103 \text{ g kg}^{-1}$  de silte,  $146 \text{ g kg}^{-1}$  de argila). Foram semeados feijão-caupi e milho em consórcio durante dois anos consecutivos (2008 e 2009), no período da estiagem.

A adubação de fundação e a calagem para o primeiro cultivo foram realizadas conforme Melo et al. (1998, 2005). Os resultados da análise inicial, das camadas 0–20 e 20–40 cm, respectivamente, foram: pH em água, 5,4 e 4,7; Ca, 2,0 e 0,7  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg, 0,7 e 0,3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; K, 0,10 e 0,09  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; P (resina), 18,0 e 8,0  $\text{mg dm}^{-3}$ ; matéria orgânica, 26 e 14  $\text{g kg}^{-1}$ ; V, 49 e 24%. A correção do solo, no primeiro ano, foi feita com  $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, e a adubação de fundação consistiu da aplicação de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio,  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio,  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de zinco e  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de FTE. Os fertilizantes foram aplicados em um sulco aberto ao lado, a 10 cm de distância do sulco de plantio.

Utilizou-se o híbrido de milho AG-1051, que é o preferido dos produtores locais para a obtenção de espigas verdes, e a cultivar BRS-Guariba de feijão-caupi, que é a mais utilizada para a produção de feijão verde na região. O plantio de ambas as culturas foi realizado em 30/9/2008 e 2/10/2009, no espaçamento  $0,40 \times 0,80 \text{ m}$ , tendo-se colocado sementes em excesso, para garantir bom estande final de plantas. As sementes de feijão-caupi foram semeadas entre as plantas de milho. O desbaste foi realizado dez dias após a semeadura (DAS), tendo-se deixado uma planta de milho a cada 0,40 m, intercalada com uma planta de feijão-caupi.

Os tratamentos foram compostos de cinco lâminas de irrigação – L1, 70; L2, 110; L3, 140; L4, 180; L5, 220% da evapotranspiração da cultura – e cinco doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ : P1, 0; P2, 50; P3, 100; P4, 150; e P5, 200% da dose recomendada por Melo et al. (1998, 2005), que dependeu da análise de solo.

As aplicações de superfosfato triplo foram equivalentes às doses 0,0, 87,5, 175,0, 262,5 e  $350,0 \text{ kg ha}^{-1}$ , no primeiro cultivo para cada tratamento, respectivamente.

Ao final do primeiro cultivo, o solo de todas as parcelas foi amostrado na camada 0–20 cm, tendo-se obtido uma amostra composta para cada tratamento (média das quatro repetições), para verificar a existência de níveis diferenciados de P e, possivelmente, de outros elementos que poderiam ter sido lixiviados da região

radicular, nos tratamentos que receberam as lâminas maiores. Como não houve diferença expressiva na concentração de nutrientes no solo, entre os tratamentos (Tabela 1), a adubação de plantio foi feita uniformemente em todas as parcelas, com 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, 80 kg ha<sup>-1</sup> de KCl e 10 kg ha<sup>-1</sup> de FTE. A adubação fosfatada correspondeu a 0,0, 53,4, 108,7, 163,0 e 217,4 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo, para os tratamentos P1, P2, P3, P4 e P5, respectivamente. A distribuição espacial dos tratamentos, em 2009, seguiu a mesma distribuição adotada em 2008, isto é, cada parcela recebeu o mesmo nível de irrigação e de P do ano anterior, para evitar possíveis efeitos residuais não detectados pela análise de solo. Aplicaram-se, em cobertura, 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, aos 36 DAS no primeiro cultivo, e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, aos 46 DAS no segundo cultivo

Empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 25 tratamentos e quatro repetições, em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas diferentes lâminas de irrigação, e as subparcelas pelas doses de P. Cada subparcela foi formada por três linhas de plantio, com 10 m de comprimento.

Para o manejo da irrigação, os valores da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), estimados pelo modelo de Penman-Monteith (Allen et al., 1998), foram obtidos em uma estação meteorológica automática, situada a aproximadamente 200 m da área experimental.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com emissores de vazão de 2,25 L h<sup>-1</sup> espaçados de

30 cm, e a irrigação foi realizada a cada dois dias. O cálculo da lâmina de irrigação foi dado por  $LI = (ET_o \cdot K_c \cdot C) / E_f$ , em que K<sub>c</sub> é o coeficiente da cultura; C é o coeficiente de irrigação (0,70, 1,1, 1,40, 1,80 e 2,20, de acordo com as lâminas de irrigação testadas); e E<sub>f</sub> é a eficiência do sistema de irrigação por gotejamento, de 0,90, conforme Bernardo (1995). Os valores de K<sub>c</sub> adotados foram os obtidos por Ferreira et al. (2007) e Maschio et al. (2007) para o milho e feijão-caupi consorciados, em Teresina, PI, que variaram de 0,9, no início do cultivo, a 1,5, após o surgimento das espigas no milho.

As avaliações no milho verde e no feijão-caupi foram feitas na linha central de cada subparcela, tendo-se utilizado as linhas laterais como bordadura. Foram também desconsideradas as plantas localizadas no primeiro e no último metro da linha central. Avaliaram-se as seguintes variáveis na cultura de milho: altura das plantas na colheita; número de dias para o florescimento, tendo-se considerado o início deste quando mais de 50% das plantas úteis apresentavam o pendão completamente expandido; produtividade e peso médio de espigas verdes, tendo-se determinado o peso das espigas com palha e sem palha; comprimento e diâmetro de espigas antes da remoção da palha, tomados em uma amostra de cinco espigas de cada subparcela; eficiência de uso da água, calculada por  $EUA = PSP / (L + P)$ , em que: EUA é a eficiência de uso da água (kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>); PSP é a produtividade de espigas sem palha (kg ha<sup>-1</sup>); L é a lâmina de água aplicada na irrigação (mm); e P a precipitação pluvial (mm).

Na cultura do feijão-caupi, avaliaram-se: produtividade de vagens e de grãos verdes, determinadas pela contagem de todas as vagens e pesagem dos grãos (após debulha das vagens), obtidos nas plantas úteis de cada subparcela; número de dias para o florescimento, quando mais de 50% das plantas úteis apresentavam pelo menos uma flor completamente expandida; eficiência de uso da água, calculada em função da produção de grãos obtida e da lâmina de água aplicada.

As colheitas de feijão-caupi iniciaram-se aos 56 DAS, tendo-se realizado quatro colheitas em cada ano. As espigas de milho foram colhidas entre 72 e 78 DAS. Os dados foram submetidos à análise de variância. Na ocorrência de efeito significativo das lâminas de irrigação e das doses de fósforo, as análises foram feitas pelo teste de regressão polinomial, conforme Gomes (2000).

**Tabela 1.** Concentração de nutrientes no solo, na camada de 0–20 cm, após o primeiro cultivo do consórcio milho e feijão-caupi, para cada lâmina de irrigação (L), e dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (P).

Tratamento	pH (água)	P (resina) mg dm <sup>-3</sup>	K ----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Ca ----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Mg
Lâminas (% da ET <sub>o</sub> )					
L1, 70%	5,8	7	0,12	1,5	0,8
L2, 110%	5,9	8	0,13	1,7	0,9
L3, 140%	5,8	11	0,13	1,6	0,9
L4, 180%	6,2	14	0,16	2,3	1,1
L5, 220%	6,0	9	0,12	1,8	1,0
Doses de P (% da adubação recomendada)					
P1, 0%	5,9	8	0,13	1,9	0,9
P2, 50%	6,0	11	0,12	2,0	1,0
P3, 100%	5,9	9	0,14	1,7	0,9
P4, 150%	5,9	11	0,14	1,7	0,9
P5, 200%	5,7	5	0,11	1,1	0,6
Média	5,9	9,4	0,13	1,8	0,9

## Resultados e Discussão

A lâmina de irrigação aplicada a cada tratamento foi 182 e 165 mm em L1, 272 e 247 mm em L2, 362 e 329 mm em L3, 452 e 411 mm em L4 e 544 e 494 mm em L5, nos anos de 2008 e 2009, respectivamente. A precipitação pluvial total em 2008, durante o período de condução do experimento, foi de 100 mm, enquanto em 2009 foi de apenas 19 mm. No primeiro ano, as maiores lâminas foram aplicadas em razão da maior ETo: 249,5 mm em 2008 e 225,0 mm em 2009.

A lâmina de irrigação teve efeito significativo na produtividade do milho verde com palha (PCP) e sem palha (PSP), no peso médio da espiga com palha (PMCP) e sem palha (PMSP) e no comprimento de espigas (COMP) de milho (Tabela 2). Não houve diferença na resposta da cultura do milho à irrigação, entre os anos, visto que a época não foi significativa para nenhuma das interações.

As lâminas d'água (irrigação + precipitação pluvial) que proporcionaram maior produtividade de milho verde foram 496 e 565 mm, respectivamente, para PCP e PSP (Figura 1), com média de 530 mm, o que resultou em produtividade máxima de 10,76 Mg ha<sup>-1</sup> para PCP e 7,62 Mg ha<sup>-1</sup> para PSP. As variáveis PMCP, PMSP e COMP aumentaram linearmente com a lâmina de irrigação, com máximo de 351 e 245 g por espiga, respectivamente, e comprimento 24,8 cm para a lâmina L5. O diâmetro de espiga teve pequeno aumento com a lâmina de irrigação e passou de 4,7 mm, na lâmina L1, para 5,4 cm em L5.

A lâmina ótima obtida (530 mm) foi maior do que a da evapotranspiração do milho verde determinada por Cardoso et al. (2002), que é de 450 mm. Segundo esses autores, espera-se uma PSP em torno de 12,00 Mg ha<sup>-1</sup> no cultivo solteiro de milho verde, no espaçamento

0,80x0,40 m. A PSP obtida no presente trabalho foi inferior à indicada para o cultivo solteiro, mas superior aos 3,00 Mg ha<sup>-1</sup> obtidos por Silva (2001), para o consórcio milho verde/feijão-caupi.

As interações para ALT e EUA, dentro das épocas de cultivo, mostraram efeito da lâmina de irrigação apenas no primeiro ciclo de cultivo quanto à ALT, e no segundo quanto à EUA. A variação de ALT ajustou-se a uma função quadrática, com valor máximo de 2,19 m para a lâmina de água de 603 mm (Figura 2). A variável EUA reduziu-se linearmente com o aumento da lâmina, com valor máximo de 22,2 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para a lâmina L1 e o mínimo de 9,7 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para L5.

Os resultados da cultura de feijão-caupi, obtidos em 2009, não foram considerados nas análises, pois o ataque de lagartos comuns na região prejudicou consideravelmente o estande de plantas, de modo que, aproximadamente 30 a 40% das parcelas tiveram seu estande reduzido, muitas delas com mais de 70% de perdas.

O resultado da análise de variância para o feijão-caupi, no ano de 2008, mostrou efeito da lâmina de água sobre o número de vagens (NVAG) e a produtividade (PROD); não houve efeito das doses de P sobre nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 3). A variação de NVAG e PROD foi linear e aumentou com a lâmina de irrigação, com valores máximos de 79 vagens por metro quadrado, correspondente a aproximadamente 25 vagens por planta, e 3,40 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 3). Considerando-se a menor (182 mm) e a maior (544 mm) lâmina de irrigação, o aumento de NVAG e PROD foi de 52 e 73%, respectivamente. Portanto, o aumento de produtividade, proporcionado pelo aumento da lâmina de irrigação, superou o aumento de NVAG. Pode-se afirmar que o aumento de PROD, com o aumento da lâmina, é consequência tanto da maior produção de

**Tabela 2.** Análise de variância quanto ao número de espigas (NESP), produtividade de espiga verde com (PCP) e sem (PSP) palha, peso médio de espiga verde com (PMCP) e sem (PMSP) palha, diâmetro (DIAM) e comprimento (COMP) da espiga verde sem palha e florescimento (FLOR) de milho, híbrido AG-1051, sob diferentes lâminas de irrigação (L) e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (F), cultivado em duas épocas (2008 e 2009).

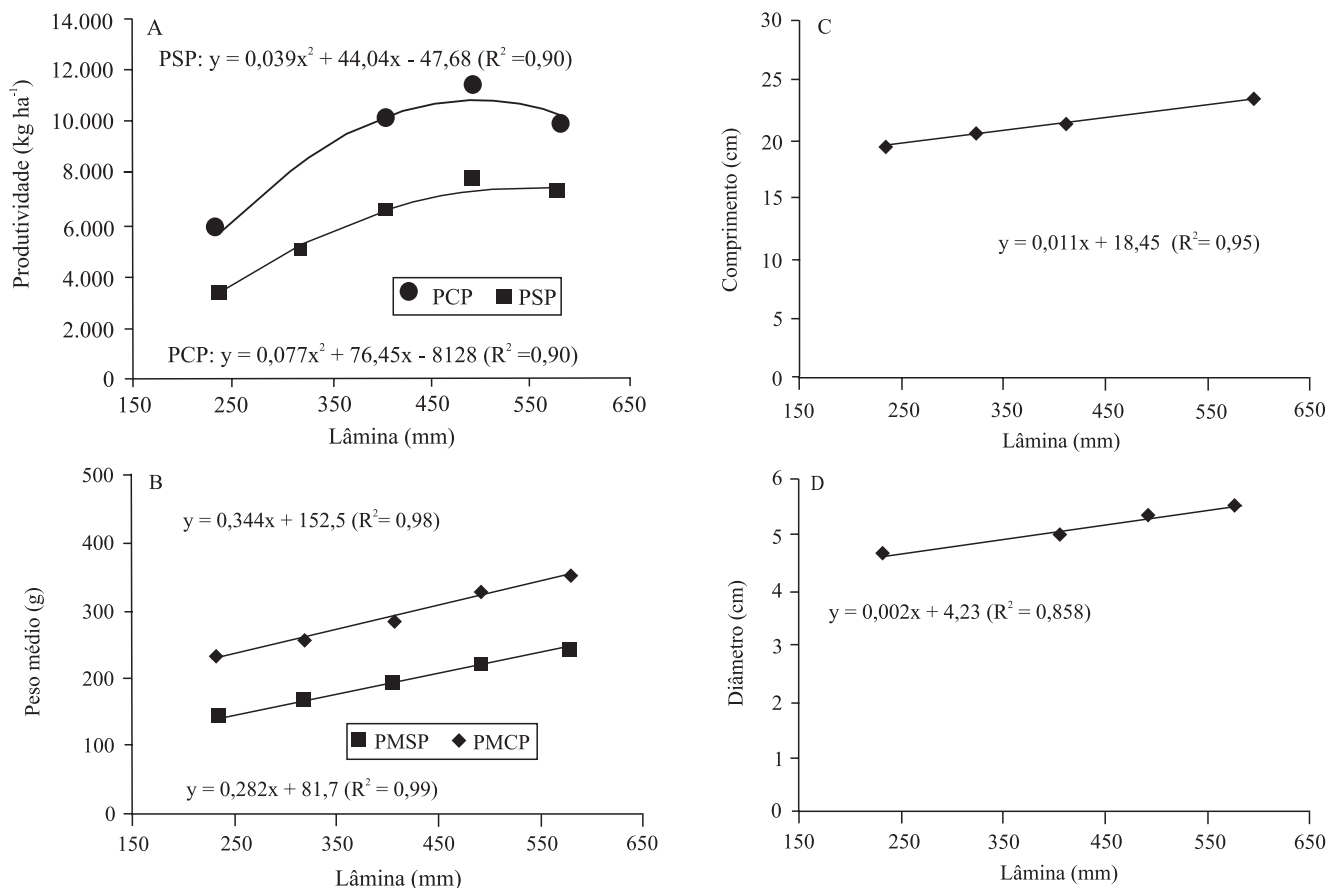
Causa da variação	NESP	PCP	PSP	PMCP	PMSP	DIAM	COMP	FLOR	ALT	EUA
L	2,4	5,8**	5,0**	3,9*	4,1*	3,7*	8,7**	2,9*	10,5**	1,5
F	2,5	1,6	1,1	0,5	0,4	0,8	1,0	0,8	0,3	1,0
LxF	1,7	1,5	1,1	1,7	1,5	1,6	1,3	1,1	1,1	1,7
Época x L	0,8	1,2	1,1	0,9	1,1	1,3	0,6	2,4	27,3**	3,7**
Época x F	0,5	0,1	0,8	0,9	0,4	1,2	2,5	0,8	0,5	1,7
Época x L x F	1,1	0,7	0,9	1,0	1,1	1,5	0,6	0,8	1,3	1,0

\*, \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

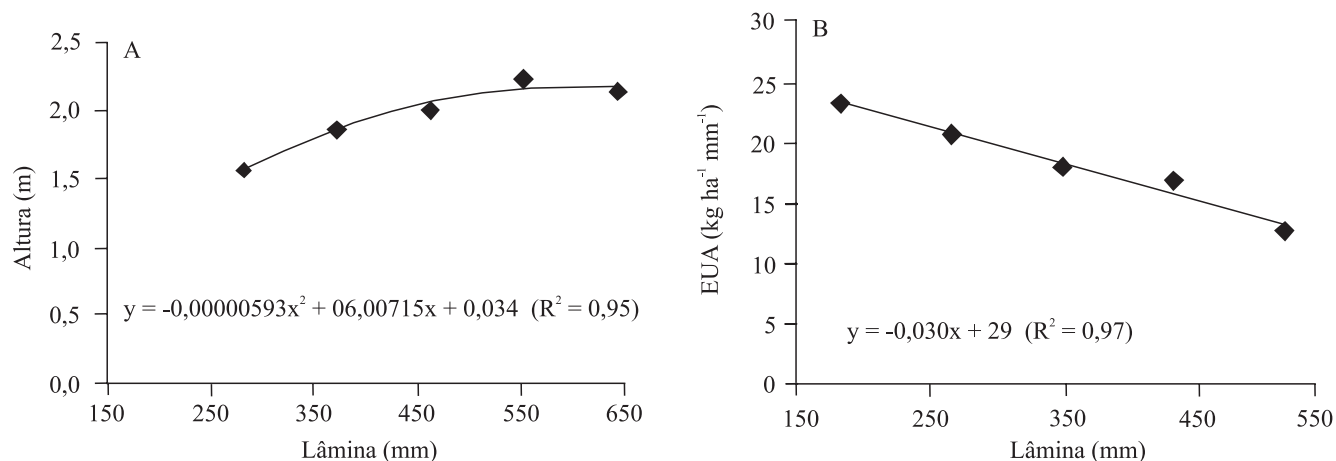


vagens, por unidade de área, quanto do maior número ou peso de grãos por vagem. O florescimento do

feijão-caupi ocorreu, em média, aos 42 dias após a semeadura, e a EUA média foi de 5,7 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Produtividade de grãos verdes de milho com palha (PCP) e sem palha (PSP) (A), peso médio da espiga com palha (PMCP) e sem palha (PMSP) (B), comprimento (C) e diâmetro (D) médios de espigas despalhadas de milho, em função da lâmina total de água (irrigação e precipitação pluvial), aplicada durante o ciclo da cultura.



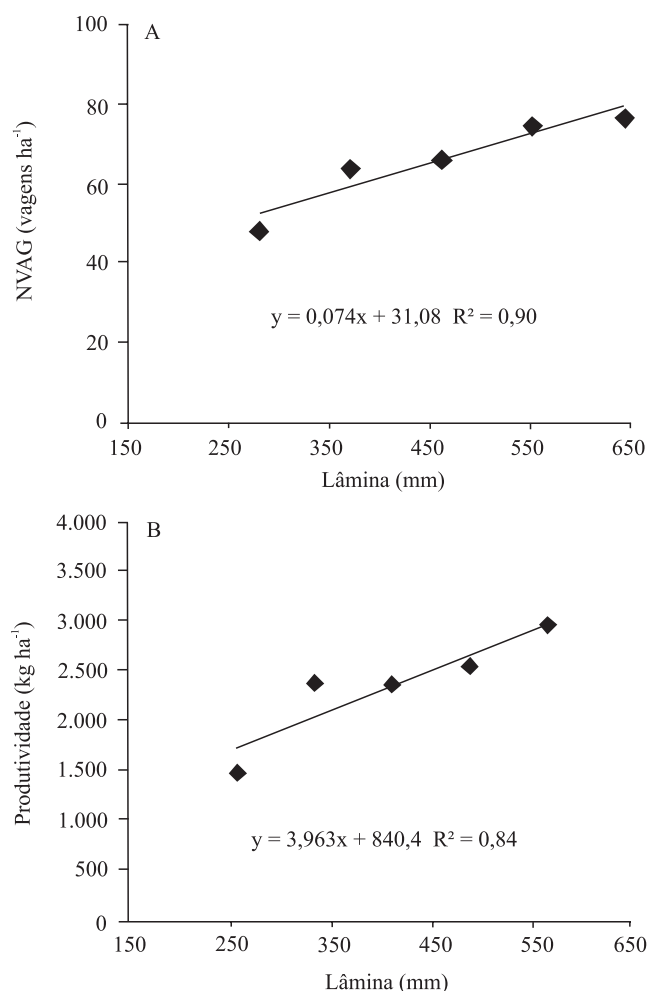
**Figura 2.** Altura das plantas da cultura de milho (A), na colheita no ano de 2008, e eficiência de uso da água (B), no ano de 2009, em função da lâmina total de água (irrigação e precipitação pluvial), aplicada durante o ciclo da cultura.

Apesar de o feijão-caupi ser considerado uma cultura com certa tolerância à seca, os resultados obtidos evidenciam o potencial produtivo da cultura quando cultivada sob condições de irrigação. Produtividade

**Tabela 3.** Análise de variância quanto ao número de vagens verdes (NVAG), produtividade de grãos verdes (PROD), eficiência de uso de água (EUA) e florescimento (FLOR) de feijão-caupi, cultivar BRS-Guariba, sob diferentes lâminas de irrigação e doses de  $P_2O_5$ .

Causa da variação	NVAG	PROD	EUA	FLOR
Lâmina (L)	3,6**	4,0**	1,8	0,9
Fósforo (F)	0,4	0,9	0,8	1,9
LxF	1,1	0,7	0,8	0,5

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.



**Figura 3.** Número de vagens (A) e produtividade de grãos verdes (B) do feijão-caupi, no ano de 2008, em função da lâmina total de água (irrigação e precipitação pluvial), aplicada durante o ciclo da cultura.

acima de 3,00 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos verdes de feijão-caupi sob irrigação também foi obtida por Gondin et al. (2000) e Oliveira et al. (2001).

Independentemente da possibilidade de ocorrência de fixação de P no solo, nenhum problema nutricional foi observado em relação a esse nutriente, nem mesmo nos tratamentos que não receberam adubação fosfatada. A ausência de resposta das culturas às doses de P pode ser explicada pelo fato de os teores observados de P no solo terem-se situado dentro, ou muito próximos, da faixa considerada média para o solo da área em que o experimento foi instalado (Melo & Cardoso et al., 2007). Além disso, a textura fortemente arenosa do solo, aliada à irrigação, favorece muito a eficiência de utilização do nutriente pelas plantas (Novais & Smith, 1999)

## Conclusão

A lâmina d'água (irrigação e precipitação) que promove a maior produtividade técnica de espigas verdes de milho, com palha e sem palha, é de 530 mm, e a que promove a maior produtividade de grãos verdes de feijão-caupi é de 644 mm.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro.

## Referências

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).
- BASTOS, E.A.; FERREIRA, V.M.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; RODRIGUES, B.H.N.; NOGUEIRA, C.C.P. Coeficiente de cultivo do feijão-caupi em Parnaíba – Piauí. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Tecnologias para o agronegócio**: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121). CD-ROM.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657p.
- CARDOSO, M.J.; MELO, F.B.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; RODRIGUES, B.H.N. Adubação fosfatada e densidades de planta em feijão-caupi em solo de tabuleiro costeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Tecnologias para**

- o agronegócio:** anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121). CD-ROM.
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; RIBEIRO, V.Q.; BASTOS, E.A. Produtividade de espigas verdes de milho relacionada a níveis de nitrogênio, densidade de plantas e a irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais.** Salvador: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. CD-ROM.
- CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q.; BASTOS, E.A. Cultivos consorciados. In: CARDOSO, M.J.; ATHAYDE SOBRINHO, C. (Ed.). **O milho no Meio-Norte do Brasil:** estratégias básicas do manejo. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. p.163-178.
- CARVALHO, A.J.C. de; MARTINS, D. de P.; MONNERAT, P.H.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I. Produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1101-1108, 2000.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de. **Seja o doutor do seu milho:** nutrição e adubação. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1995. 24p. (POTAFOS. Arquivo do agrônomo, 2).
- ENGLISH, M. Deficit irrigation. I: Analytical framework. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.116, p.399-412, 1990.
- ENGLISH, M. Irrigation advisory services for optimum use of limited water. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON IRRIGATION ADVISORY SERVICES AND PARTICIPATORY EXTENSION IN IRRIGATION MANAGEMENT, 2002, Montreal. **Anais.** Montreal: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. Available at: <<http://www.fao.org/nr/water/docs/ias/paper23.pdf>>. Accessed on: 17 Jan. 2011.
- ENGLISH, M.J.; NUSS, G.S. Designing for deficit irrigation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v.108, p.91-106, 1982.
- FERREIRA, V.M.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; MASCHIO, R.; CARDOSO, M.J.; SILVA, C.R.; MORAIS, E.L.C. Coeficientes de cultivo do milho em sistemas monocultivo e consorciado com feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura:** anais. Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 4p. CD-ROM.
- FERREIRA, V.M.; BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; CAMPECHE, L.F.M.S.; BLANCO, F.F. Coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Gurguéia-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais.** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. CD-ROM.
- GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M. da; ANDRADE, M.J.B. de. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.187-194, 2000.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 14.ed. Piracicaba: F. Pimentel-Gomes, 2000. 477p.
- GONDIM, R.S.; AGUIAR, J.V. de; COSTA, R.N.T. Estratégias de manejo de água em caupi irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.14-18, 2000.
- MACHADO, C.T. de T.; FURLANI, A.M.C.; MACHADO, A.T. Índices de eficiência de variedades locais e melhoradas de milho ao fósforo. **Bragantia**, v.60, p.225-238, 2001.
- MACHADO, C.T. de T.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de ; MACHADO, A.T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia**, v.58, p.109-124, 1999.
- MASCHIO, R.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; FERREIRA, V.M.; BASTOS, E.A.; SILVA, C.R.; MORAIS, E.L. da C. Coeficientes de cultivo do feijão-caupi em sistemas monocultivo e consorciado com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura:** anais. Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 4p.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J. Nutrição e adubação do milho. In: CARDOSO, M.J.; ATHAYDE SOBRINHO, C. (Ed.). **O milho no Meio-Norte do Brasil:** estratégias básicas do manejo. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. p.123-148.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de. Nutrição e adubação. In: CARDOSO, M.J. (Org.). **A cultura do milho no Piauí.** 2.ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998. p.46-67.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J.; SALVIANO, A.A.C. Fertilidade do solo e adubação. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi:** avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.229-242.
- NOVAIS, R.F. de; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, 1999. 399p.
- OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S.; CASSIMIRO, C.M.; MENDONÇA, F.G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.81-84, 2001.
- SILVA, J.A. **Aplicação inicial de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no solo, avaliação em três cultivos sucessivos no feijão-caupi.** 2007. 55p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- SILVA, P.S.L. Consorciação milho e feijão caupi para produção de espigas verdes e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.4-10, 2001.

---

Recebido em 3 de fevereiro de 2011 e aprovado em 4 de abril de 2011