

Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico

Edson Alves Bastos¹, Herbert Moraes Moreira Ramos², Aderson Soares de Andrade Júnior¹, Fábio Nunes do Nascimento² & Milton José Cardoso¹

Protocol 03.2012 - Received: July 25, 2012 - Accepted: October 23, 2012

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o índice de área foliar, o teor de clorofila total e o potencial de água na folha, relacionando-os com a produtividade de grãos verdes em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sob diferentes lâminas de irrigação. Conduziu-se o experimento na Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, em um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, no período de setembro a novembro de 2009, no qual se utilizaram as cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu. Cinco lâminas de irrigação foram aplicadas com base em frações da evapotranspiração de referência (25, 50, 75, 100 e 125% ETo). Usou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas subdivididas. O índice de área foliar apresentou efeito linear decrescente para a menor lâmina e quadrático para as demais. Os teores de clorofila total apresentaram efeito quadrático. Ocorreu uma redução média de 13,8 e 18,8% para os teores de clorofila total, 116% para o potencial de água na folha e 70% para a produtividade de grãos verdes, entre a menor e a maior lâmina, para as cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu, respectivamente. A produtividade de grãos verdes se correlaciona positivamente com o potencial de água na folha, o índice de área foliar e o teor de clorofila total.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, área foliar, potencial de água, teor de clorofila

Physiological parameters and green grain yield of cowpea under water deficit

Abstract: The objective of this study was to evaluate the leaf area, total chlorophyll content and leaf water potential, correlating them with cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) yield, under different water depths. The experiment was carried out at Embrapa Meio-Norte, in Teresina, PI, Brazil, from September to November 2009. The BRS Guariba and BRS Paraguaçu cultivars were used. Five irrigation depths based on fractions of reference evapotranspiration (25, 50, 75, 100 and 125% ETo) were applied. A randomized block design in split plots was used with four replications. The leaf area index showed decreasing linear effect for the lowest depth of irrigation and quadratic for the other depths. The chlorophyll levels showed a quadratic effect. There was an average reduction of 13.8 and 18.8% for the total concentration of chlorophyll, 116% for the leaf water potential, 70% for yield green grain, between the lowest and highest blade for BRS and Guariba BRS Paraguaçu, respectively. The yield of green grain is positively correlated with leaf water potential, leaf area index and total chlorophyll content.

Key words: *Vigna unguiculata*, leaf area, water potential, chlorophyll content

¹ Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil. E-mail: edson@cpamn.embrapa.br; aderson.andrade@embrapa.br; milton@cpamn.embrapa.br
² Programa de Pós-graduação em Agronomia/UFPI, Teresina, PI, Brasil. E-mail: moreiraramoss@hotmail.com; nunesf.nascimento@gmail.com

Introdução

Na região Meio-Norte do Brasil o feijão-caupi é de grande importância socioeconômica, pois, além de fixar mão-de-obra no campo é uma significativa fonte de proteína vegetal, cujo maior consumo é verificado na forma de grãos secos; entretanto, os grãos verdes são muito apreciados pelos nordestinos devido ao seu agradável sabor e cozimento rápido.

A disponibilidade de água é um dos fatores ambientais que mais influenciam a produtividade de vegetal. A ocorrência de déficit hídrico provoca diminuição da produtividade justamente por inviabilizar o processo fotossintético, uma vez que a água, além de ser componente básico da reação, também é responsável pela manutenção da transpiração, essencial para a permeabilidade do gás carbônico no mesófilo foliar (Buchanan et al., 2000).

Para avaliar o grau de déficit hídrico de uma planta é comum utilizar-se variáveis relacionadas às folhas, como o conteúdo relativo de água foliar e o potencial de água, sendo este último o mais utilizado em estudos fisiológicos (Angelocci, 2002). Hsiao (1973) relata que o potencial de água na folha (Ψ_p) é aceito como medida indicadora das condições hídricas do vegetal. A redução do potencial de água na folha (Ψ_p) durante o déficit de água, quando comparada ao controle irrigado, pode ser correlacionada com a produtividade de grãos.

Vários trabalhos com feijão-caupi registraram redução no potencial de água na folha sob deficiência hídrica; Mendes et al. (2007) obtiveram -1,51 MPa na fase vegetativa e -1,88 MPa na fase reprodutiva. Bastos et al. (2011) observaram -1,62 MPa na condição estressada.

Em geral, a área foliar se apresenta como importantíssimo parâmetro na determinação da capacidade fotossintética, da densidade ótima de plantio, da relação solo-água-planta ou em investigações sobre nutrição de várias culturas. Ela se relaciona com o metabolismo da planta, produção de matéria seca e produtividade (Severino et al., 2004).

Segundo Torres Netto et al. (2005), a determinação indireta do teor de clorofila em folhas pode ser usada como ferramenta para diagnosticar a integridade do aparelho fotossintético, quando as plantas estão sujeitas às adversidades ambientais.

Conforme Bastos et al. (2011), o déficit hídrico reduziu em 20% o índice médio de área foliar, 16% o índice médio de clorofila, 175% o número médio de vagens por planta e em 60% a produção de grãos secos em genótipos de feijão-caupi sob déficit hídrico em Teresina-PI.

Atualmente, as pesquisas têm permitido o lançamento de variedades de feijão-caupi que, além de resistentes às doenças, possuem caracteres agrônômicos altamente favoráveis à produção de grãos secos (Freire Filho et al., 2005a e 2007). Essas variedades apresentam, normalmente, uma elevada resposta à irrigação e podem ser utilizadas para a produção de grãos secos ou vagens verdes.

No entanto, outras características diretamente associadas ao feijão-caupi visando à produção de grãos verdes, têm sido pouco estudadas, como é o caso das respostas fisiológicas das cultivares à variação de níveis hídricos. Assim, as pesquisas relacionadas à busca de genótipos que apresentem elevadas produtividades e estabilidade de produção devem ser associadas ao comportamento desses genótipos face ao estresse hídrico pois desenvolver cultivares mais aptas às condições de deficiência hídrica pode ser aumentá-las quando se conhecem as respostas fisiológicas das plantas à variação dos fatores ambientais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o índice de área foliar, o teor de clorofila total, o potencial de água na folha e a produtividade de grãos verdes do feijão-caupi, sob diferentes lâminas de irrigação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área experimental na Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí (5°05' S, 42°29' W e 72 m de altitude) no período de setembro a novembro de 2009. O clima da região, de acordo com o balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955), é C1sA'a', caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão.

Os valores médios mensais de temperatura média do ar, umidade relativa média do ar, velocidade do vento e radiação global durante a execução do experimento, foram 29,3 °C, 64,9%, 0,94 m s⁻¹ e 21,4 MJ m⁻², respectivamente.

As características químicas e físico-hídricas do solo da área experimental estão descritas na Tabela 1.

No presente estudo foram avaliadas as cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Paraguaçu. O semeio das cultivares, realizado no dia 10 de setembro de 2009, foi feito com plantadeira manual no espaçamento de 0,7 x 0,2 m; aos 15 dias após semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando-se cinco plantas por metro linear.

A adubação de fundação foi realizada com base na análise de solo e consistiu na aplicação de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Após 20 dias da semeadura foram aplicados 20 kg ha⁻¹

Tabela 1. Características químicas e físico-hídricas do solo da área experimental

Característica	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
pH em H ₂ O	5,78	5,37
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	4,20	4,15
P (mg dm ⁻³)	33,80	14,10
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,17	0,13
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,47	1,79
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,76	0,58
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,01	0,01
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,15	3,38
Capacidade de troca catiônica (cmol _c dm ⁻³)	4,56	5,89
Saturação por bases (%)	52,91	42,60
Densidade (kg dm ⁻³)	1,23	1,40
Capacidade de campo (cm ³ cm ⁻³)	0,22	0,22
Ponto de murcha permanente (cm ³ cm ⁻³)	0,09	0,11
Areia grossa (g kg ⁻¹)	785	434
Areia fina (g kg ⁻¹)	95	191
Silte (g kg ⁻¹)	35	170
Argila (g kg ⁻¹)	86	206

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Meio-Norte. Obs.: capacidade de campo a tensão matricial de 10 kPa

de N em cobertura; os tratamentos culturais foram realizados para manter a cultura livre de plantas invasoras, doenças e pragas, enquanto a irrigação foi efetuada por um sistema de aspersão convencional fixo, com aspersores no espaçamento de 12 x 12 m.

Foram avaliadas cinco lâminas de irrigação estabelecidas em função das seguintes frações da evapotranspiração de referência (ET₀): 25, 50, 75, 100 e 125% da ET₀. A ET₀ foi estimada pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) e os dados climatológicos foram obtidos em estação agrometeorológica automática, distante cerca de 500 m da área experimental.

A irrigação foi uniforme, visando permitir o estabelecimento das plantas em todas as parcelas experimentais, durante os primeiros trinta dias após a semeadura, sendo realizada diariamente, com lâmina de água aplicada igual à ET₀. Os tratamentos de irrigação foram iniciados a partir de 31 DAS e se estenderam até a colheita.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e tratamentos dispostos em parcelas subdivididas, em que as lâminas de irrigação foram distribuídas nas parcelas experimentais e as cultivares nas subparcelas. Cada tratamento foi constituído por quatro blocos formados por sete fileiras de plantas de 7,0 m de comprimento. A área útil avaliada em cada subparcela experimental foi formada pelas três fileiras centrais, tendo-se eliminado 1,0 m em cada extremidade.

O teor de água no solo foi monitorado diariamente em camadas de 0,10 a 0,70 m de profundi-

dade, por meio de sonda de capacitância elétrica Diviner 2000 (Sentek, Adelaide, Austrália); instalaram-se três tubos de acesso para medição do teor de água no solo, para cada tratamento.

Avaliou-se o potencial de água na folha (Ψ_f) aos 47 DAS, através da câmara de pressão de Scholander (Scholander et al., 1965). Selecionaram-se, ao acaso, para essas avaliações, duas folhas de plantas de cada cultivar na subparcela.

Determinou-se, semanalmente, a partir dos 30 DAS, o índice da área foliar (IAF) estimado pela média de quatro leituras (uma acima e três abaixo do dossel) com o equipamento LAI-2000 em cada subparcela. A relação entre a luz incidente acima da cultura e embaixo da copa das plantas fornece a transmitância de cada ângulo, que é inversamente proporcional ao índice da área foliar (Hoffmann & Blomberg, 2004).

O teor de clorofila das plantas foi monitorado por meio do medidor eletrônico Clorofilog, modelo CFL 1030; as medidas do teor de clorofila total (ICF) foram feitas semanalmente, dos 35 aos 51 DAS, tomando-se uma folha de duas plantas das cultivares, previamente marcada em cada subparcela do experimento.

A lâmina média de irrigação efetivamente aplicada em cada tratamento foi determinada com base nas medições realizadas imediatamente após cada irrigação, em 16 coletores, espaçados 3,0 x 3,0 m, instalados em cada tratamento.

A colheita foi realizada aos 56 e 60 DAS quando as vagens estavam bem intumescidas e começavam a sofrer uma leve mudança de tonalidade (Freire Filho et al., 2005b). Ao final da colheita as vagens foram debulhadas e foi avaliada a produtividade de grãos verdes em kg ha⁻¹. O índice de área foliar, o potencial de água na folha, o teor de clorofila total e a produtividade de grãos verdes foram avaliados por análise de regressão e correlação, utilizando-se o programa computacional estatístico SAS (SAS Institute, 2002).

Resultados e Discussão

A aplicação das frações de 25, 50, 75, 100 e 125% da ET₀ resultou nas seguintes lâminas totais de irrigação nas duas cultivares de feijão-caupi: 161 mm (L1), 196 mm (L2), 231 mm (L3), 275 mm (L4) e 322 mm (L5), respectivamente. Ressalta-se que durante o período experimental não houve ocorrência de precipitação pluvial.

Como a diferenciação das lâminas de irrigação foi imposta somente a partir dos 30 DAS, observou-se que não houve variações sensíveis no teor de água no solo nos cinco regimes de irrigação

nesse período, os quais oscilaram entre 21 a 23%, próximo, portanto, do limite superior de disponibilidade de água no solo (Figura 1).

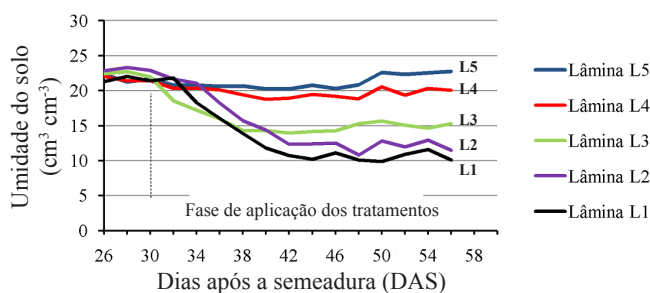


Figura 1. Variação do teor de água no solo para profundidade de 0-0,20 m, ao longo do período do 26° ao 56° dias após a semeadura (DAS) de feijão-caupi, para diferentes lâminas de irrigação aplicadas

A partir do início da diferenciação dos tratamentos de irrigação (30 DAS) os teores de água no solo variaram de forma significativa, ou seja, o teor médio de água no solo manteve-se sempre elevado com a aplicação da maior lâmina de irrigação e decresceu com a aplicação das lâminas menores, tendo atingido os teores médios de água de 13, 15, 16, 19 e 21% (Figura 1), correspondendo a 31, 46, 54, 77 e 92% de água disponível no solo (AD), para as lâminas de irrigação equivalentes a 25, 50, 75, 100 e 125% da ETo, respectivamente.

Os níveis de água disponíveis no solo (AD) aos 47 dias após a semeadura foram 8% (L1); 31% (L2); 54% (L3); 92% (L4) e 100% (L5) (Figura 2), correspondendo aos seguintes potenciais de água na folha (Ψ_f): -1,3 MPa (L1); -1,3 MPa (L2); -1,1 MPa (L3); -0,8 MPa (L4) e -0,6 MPa (L5) para a cultivar BRS Paraguaçu e -1,3 MPa (L1); -1,3 MPa (L2); -1,0 MPa (L3); -0,7 MPa (L4) e -0,6 MPa (L5) para a cultivar BRS Guariba, (Figura 3).

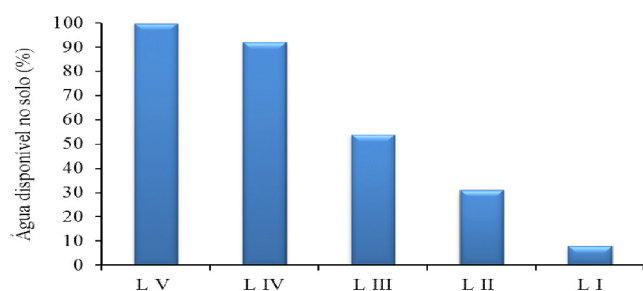


Figura 2. Teor de água disponível no solo aos 47 dias após a semeadura (DAS), das cultivares de feijão-caupi BRS Paraguaçu e BRS Guariba, em função das lâminas de irrigação aplicadas

Observa-se diminuição de 116% no potencial de água na folha à medida em que a maior lâmina de irrigação (L5) reduziu -0,6 MPa para menor (L1) -1,3 MPa, para as duas cultivares estudadas. Esses resultados foram superiores aos obtidos por

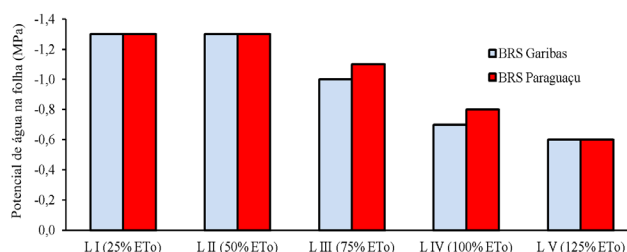


Figura 3. Variação do potencial de água na folha aos 47 dias após a semeadura (DAS), das cultivares de feijão-caupi BRS Paraguaçu e BRS Guariba, em função das lâminas de irrigação aplicadas

Bastos et al. (2011) ao observarem redução de 62% no potencial de água na folha em genótipos de feijão-caupi sob déficit hídrico, em Teresina, PI. Ressalta-se que as diferenças observadas entre os resultados podem ser devidas ao nível de estresses e à diversidade das condições edafoclimáticas dos locais em que os estudos foram conduzidos.

Vários trabalhos com feijão-caupi registraram redução no potencial de água na folha sob deficiência hídrica; Mendes et al. (2007) obtiveram -1,51 MPa na fase vegetativa e de -1,88 MPa na fase reprodutiva e Bastos et al. (2011) -1,62 MPa na condição estressada. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), quanto menor a quantidade de água no solo mais negativo deve ser o potencial desenvolvido pelos vegetais, formando um gradiente que favoreça a absorção de água pelas plantas.

A análise de regressão do índice de área foliar (Figura 4 e Tabela 2) das cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu apresentou efeito (nem sempre significativo) linear decrescente para a lâmina 161 mm (L1) e quadrático para as lâminas 196 mm (L2), 231 mm (L3), 275 mm (L4) e 322 mm (L5).

Os valores máximos obtidos para o índice de área foliar com a aplicação das lâminas de irrigação foram: 3,29 (L2); 3,87 (L3); 4,22 (L4) e 4,88 (L5) para a cultivar BRS Paraguaçu, e de 3,60 (L2); 3,65 (L3); 3,49 (L4) e 4,99 (L5) para a cultivar BRS Guariba. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Bastos et al. (2002) que encontraram valores máximos do índice de área foliar variando de 3,0 a 4,3 para a cultivar de feijão-caupi BR 14 Mulato, e de 3,0 para a cultivar BR17 Gurgueia, aos 47 DAS.

Com a aplicação da menor lâmina de irrigação (L1) observou-se decréscimo contínuo do índice de área foliar com o aumento do déficit hídrico, demonstrando que o índice de área foliar foi mais afetado pela aplicação deste tratamento nas duas cultivares estudadas, confirmando o efeito negativo do déficit hídrico sobre tal variável. Nascimento (2009) corrobora com esses resultados, ao constatar redução de 20% no índice médio de

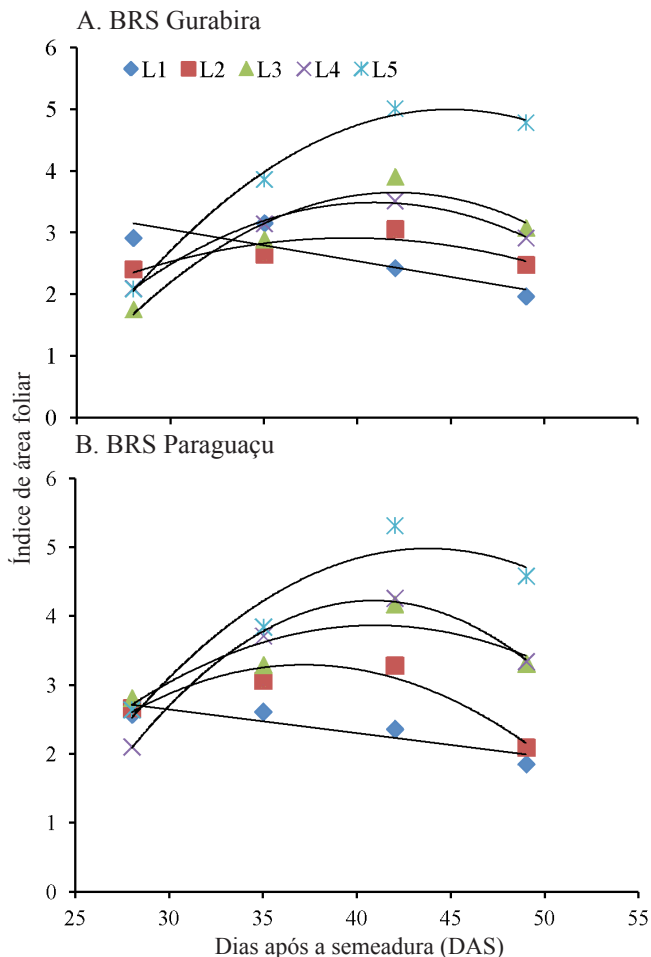


Figura 4. Índice de área foliar (IAF) das cultivares de feijão caupi BRS Paraguaçu (A) e BRS Guariba (B), obtido em função da época para diferentes lâminas de irrigação

Tabela 2. Equações de regressão do índice de área foliar das cultivares BRS Paraguaçu e BRS Guariba de feijão-caupi, em função da época para diferentes lâminas de irrigação aplicadas

Lâmina de irrigação (mm)	Cultivar (BRS)	Equação de regressão	R ²
L5 161	Paraguaçu	$y = 4,175 - 0,044x$	0,79
	Guariba	$y = 4,589 - 0,051^{ns}x$	0,76
L4 196	Paraguaçu	$y = - 7,925 + 0,601^{**}x - 0,008^{**}x^2$	0,91
	Guariba	$y = - 3,636 + 0,331^{ns}x - 0,004^{ns}x^2$	0,74
L3 231	Paraguaçu	$y = - 7,619 + 0,562^{**}x - 0,006x^2$	0,76
	Guariba	$y = - 14,03 + 0,841^{**}x - 0,01^{**}x^2$	0,94
L2 275	Paraguaçu	$y = - 17,31 + 1,054^{**}x - 0,012^{**}x^2$	0,99
	Guariba	$y = - 10,59 + 0,688^{**}x - 0,008^{**}x^2$	0,99
L1 322	Paraguaçu	$y = - 12,35 + 0,862x - 0,009x^2$	0,92
	Guariba	$y = - 15,79 + 0,925^{**}x - 0,010^{**}x^2$	0,99

^{ns} - não significativo, *, ** significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

área foliar em genótipos de feijão-caupi sob déficit hídrico, em Teresina, PI. Segundo Correia & Nogueira (2004), a redução da área foliar em plantas sob déficit hídrico pode ser traduzida numa estratégia de sobrevivência com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração.

A maior lâmina de irrigação (L5) tende a ser o limite superior do índice de área foliar para

as duas cultivares, ou seja, lâminas de irrigação maiores poderiam implicar em maiores índices de área foliar e, conseqüentemente, redução de produtividade. De acordo com Freire Filho et al. (2005b), o elevado teor de água no solo pode favorecer um intenso desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi e valores do índice de área foliar excessivamente altos, implicando em menor disponibilidade de luz para a planta em virtude do sombreamento das folhas superiores sobre as folhas inferiores do dossel, o que reduz a eficiência fotossintética e produtividade de grãos.

Com relação ao teor de clorofila total (TCT) os maiores valores observados foram 66 e 82, obtidos aos 44 DAS com aplicação da maior lâmina de irrigação (L5) para as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Guariba, respectivamente (Figura 5). Com a aplicação da menor lâmina de irrigação (L1) os valores máximos obtidos foram 58 e 69, observando-se redução média de 13,8 e 18,8% sempre que a lâmina de irrigação reduziu da maior (L5) para a menor (L1) para as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Guariba, respectivamente. Esses resultados corroboram com Nascimento (2009) visto que verificou redução média de 19% no teor de clorofila total nas folhas, em 20 genótipos de feijão-caupi sob déficit hídrico, em Teresina, PI. Segundo o autor, o teor de clorofila total é uma característica importante, pois indica a eficiência na absorção de radiação solar pelas folhas e, em consequência, maior taxa fotossintética resultando, por sua vez, em maiores produtividades de grãos.

A análise de regressão para a produtividade de grãos verdes mostrou que o efeito médio das lâminas se ajustou a uma função quadrática, com máximas produtividades estimadas de grãos verdes, 2.937,3 kg ha⁻¹ (BRS Guariba) e 2.494 kg ha⁻¹ (BRS Paraguaçu) obtidas com as lâminas de irrigação de 354 mm e 423 mm, respectivamente (Figura 6). Ressalta-se que as lâminas de irrigação estimadas estão um pouco acima das lâminas estudadas (322 mm).

A menor produtividade de grãos verdes foi 853,33 e 650,78 kg ha⁻¹ para as cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu, respectivamente, com a aplicação da lâmina de irrigação de 161 mm (L1).

Esta redução na produtividade de grãos verdes foi influenciada pela diminuição no teor de água no solo, que implicou em menores valores de potencial de água na folha, índice de área foliar e teor de clorofila total. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), uma das explicações para a redução da produtividade de grãos em decorrência do déficit hídrico, é que, nesta condição, a planta sofre

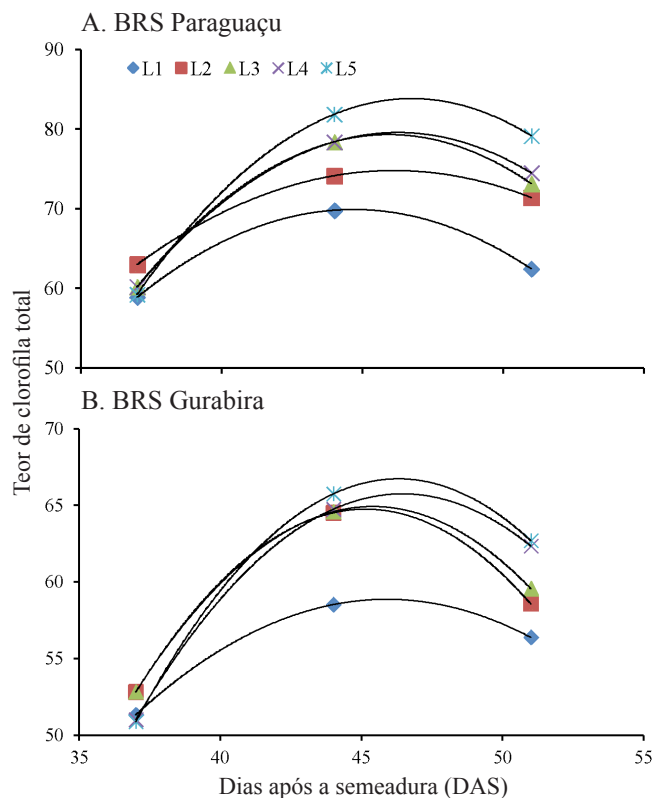


Figura 5. Teor de clorofila total das cultivares de feijão-caupi BRS Paraguaçu (A) e BRS Guaribira (B), em função da época e das lâminas de irrigação aplicadas

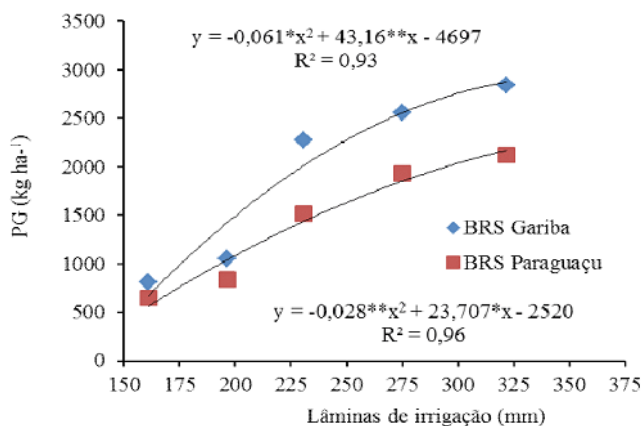


Figura 6. Produtividade de grãos verdes (PG) em função das lâminas de irrigação aplicadas para as cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu de feijão-caupi

redução da condutância e da transpiração foliar e, como consequência, há um aumento da temperatura foliar e redução na produção de fotoassimilados, causando redução na produtividade de grãos. Outra consequência do déficit hídrico, segundo os mesmos autores, é a redução na área foliar das plantas, fato que ocorre como mecanismo de defesa da planta contra a deficiência hídrica; com a área foliar menor, a transpiração é reduzida, conservando o suprimento de água limitado no solo, por um período maior. No entanto, esta redução limita a produtividade em virtude da queda na absorção de CO_2 e na interceptação de luz (Mattos et al., 2005).

A clorofila, principal pigmento responsável pela captação da energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese, constitui um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e, em contrapartida, ao crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes. A alteração no processo fotossintético é fator determinante na produtividade agrícola.

Desta forma, infere-se que há uma correlação positiva significativa da produtividade de grãos verdes com o potencial de água da folha, o índice de área foliar e o teor de clorofila total (Tabela 3), uma vez que o aumento ou redução de qualquer um desses parâmetros implica em aumento ou redução da produtividade de grãos. Corroborando com esses resultados Jadoski (2003) que, avaliando o manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro em Santa Maria, RS, obteve uma relação positiva entre o rendimento de grãos e o índice de área foliar, na cultura do feijoeiro.

Tabela 3. Correlação entre a produtividade de grãos verdes (PG), o índice de área foliar (IAF), teor de clorofila (TCT) e o potencial de água da folha (Ψ_f) das cultivares de feijão-caupi BRS Paraguaçu (A) e BRS Guarabira (B)

Parâmetro	PG	IAF	TCT
A. BRS Paraguaçu			
IAF	0,97**	-	-
TCT	0,97**	0,96**	-
Ψ_f	0,97**	0,93**	0,88**
B. BRS Guarabira			
IAF	0,84**	-	-
TCT	0,93**	0,97**	-
Ψ_f	0,95**	0,83**	0,92**

** significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F

Conclusões

1. A cultivar BRS Guaribas mostra melhor desempenho produtivo no que concerne à produtividade de grãos verdes, quando comparada com a cultivar BRS Paraguaçu.
2. A produtividade de grãos verdes se correlaciona positivamente com o potencial de água da folha, o índice de área foliar e o teor de clorofila total.
3. A produtividade de grãos verdes, o potencial de água na folha, o índice de área foliar e o teor de clorofila total são influenciados negativamente pela redução das lâminas de irrigação.

Agradecimentos

A Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, pelo suporte técnico e logístico (setor de campos experimentais) na condução desta pesquisa.

Literatura Citada

- 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
- Angelocci, L. R. Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: Introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 268p.
- Bastos, E. A.; Nascimento, S. P.; Silva, E. M. da; Freire Filho, F. R.; Gomide, R. L. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.100-107, 2011.
- Bastos, E. A.; Rodrigues, B. H. N.; Andrade Júnior, A. S.; Cardoso, M. J. Parâmetros de crescimento do feijão caupi sob diferentes regimes hídricos. *Engenharia Agrícola*, v.22, p.43-50, 2002.
- Buchanan, B. B.; Gruissem, W.; Jones, R. L. *Biochemistry & molecular biology of plants*. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1408p.
- Correia, K. G.; Nogueira, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.4, s.p., 2004.
- Freire Filho, F. R.; Lima, J. A. de A.; Ribeiro, V. Q. (ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005a. 519p.
- Freire Filho, F. R.; Ribeiro, V. Q.; Alcântara, J. dos P.; Belarmino Filho, J.; Rocha, M. de M. BRS Marataoã: Novo cultivar de feijão-caupi com grão tipo sempre-verde. *Revista Ceres*, v.52, p.771-777, 2005b.
- Freire Filho, F. R.; Rocha, M. de M.; Ribeiro, V. Q.; Ramos, S. R. R.; Machado, C. de F. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, p.286-290, 2007.
- Hoffmann, C. M.; Blomberg, M. Estimation of leaf area index of *beta vulgaris* L. based on optical remote sensing data. *Journal of Agronomy & Crop Science*, v.190, p.197-204, 2004.
- Hsiao, T. C. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, v.24 p.519-70, 1973.
- Jadoski, S. O. Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. *Irriga*, v.8, p.1-9, 2003.
- Mattos, J. L. S.; Gomide, J. A.; Huaman, C. A. M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.746-754, 2005.
- Mendes, R. M. de S.; Távora, F. J. A. F.; Pinho, J. L. N. de; Pitombeira, J. B. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, p.95-103, 2007.
- Nascimento, S. P. do. Efeito do déficit hídrico em feijão caupi para identificação de genótipos com tolerância à seca. Teresina: UFPE, 2009. 109p. Dissertação Mestrado
- SAS Institute INC. SAS/STAT user's guide. Version 8.1. Cary, 2002. v.1, 890p.
- Scholander, P. F.; Hammel, H. T.; Hemmingsen, E. A.; Bradstreet, E. D. Sap pressure in vascular plants. *Science*, v.148, p.339-346, 1965.
- Severino, L. S.; Cardoso, G. D.; Vale, L. S. do; Satos, J. W. dos. Método para determinação da área foliar da mamoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.8, p.753-762, 2004.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.
- Thorntwaite, C. W.; Mather, J. R. *The water balance*. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. Publications in Climatology
- Torres Netto, A.; Campostrini, E.; Oliveira, J. G.; Smith, R. E. B. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, v.104, p.199-209, 2005.

