

Área: Irrigação e Drenagem

## **ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E RENDIMENTO DE GRÃOS VERDES DO FEIJÃO-CAUPI SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

**Edson Alves Bastos<sup>1</sup>; Herbert Moraes Moreira Ramos<sup>2</sup>; Milton José Cardoso<sup>1</sup>; Fábio Nunes Nascimento<sup>3</sup>; Ramilos Rodrigues de Brito<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, Teresina-PI. edson@cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Professor, Universidade Federal do Piauí, Campus da Socopo - Teresina - PI,

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, PPGA, Campus da Socopo, Teresina - PI

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando Irrigação e Drenagem, Universidade Estadual Paulista, UNESP/FCA, Campus Botucatu, Botucatu - SP

**Resumo** - A produção e o consumo de grãos verdes representam um mercado altamente promissor para o feijão-caupi, tornando-se uma boa opção de renda para os agricultores familiares. Existem vários fatores que contribuem para os baixos rendimentos de grãos da cultura, dentre os quais o manejo inadequado da irrigação. Uma das tecnologias para aumentar essa produtividade é o manejo adequado da irrigação. Por meio do índice de área foliar, é possível avaliar o crescimento e o desenvolvimento de um cultivo irrigado, uma vez que a escassez ou excesso de água afetam diretamente o desenvolvimento das folhas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o índice de área foliar relacionado com o rendimento de grãos verdes em feijão-caupi. O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, de setembro a novembro de 2009. A cultivar utilizada foi a BRS Guariba de porte semiereto e tegumento branco. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliadas cinco lâminas de irrigação, estabelecidas com base em frações da evapotranspiração de referência (25, 50, 75, 100 e 125% da ETo), estimada pelo método de Penman-Monteith. Os valores máximos obtidos para o índice de área foliar foram: 3,16 (25%ETo); 3,06 (50%ETo); 3,91 (75%ETo); 3,52 (100%ETo) e 5,02 (125%ETo). O maior rendimento de grãos verdes, 2.844 kg ha<sup>-1</sup> é obtido com aplicação da lâmina de irrigação de 322 mm (125% ETo) e correlaciona-se positivamente com o índice de área foliar.

**Palavras-Chave:** *Vigna unguiculata*, análise de crescimento, manejo de irrigação.

### **Introdução**

A produção e consumo de grãos verdes representam um mercado altamente promissor para o feijão-caupi, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), tornando-se uma boa opção de renda para os agricultores familiares (ROCHA et al., 2007). Por essa razão, tornou-se uma importante fonte de emprego e renda regional. De acordo com Freire Filho et al. 2007, a produção de grãos verdes tem um grande potencial para a expansão do consumo, como também para processamento industrial. Existem vários fatores que contribuem para os baixos rendimentos de grãos da cultura, dentre os quais o manejo inadequado da irrigação. Uma das tecnologias para aumentar essa produtividade é o manejo adequado da irrigação. Por meio do índice de área foliar (IAF) é possível avaliar o crescimento e o desenvolvimento de um cultivo irrigado uma vez que a escassez ou excesso de água afetam diretamente o desenvolvimento das folhas. A área foliar, geralmente, apresenta-se 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 (NASCIMENTO, 2009). Ela relaciona-se com o metabolismo da planta produção de matéria seca e produtividade (SEVERINO et al., 2004). Bastos et al. (2002)

encontraram valores máximos de IAF variando de 2,8 a 4,3 para a cultura do feijão-caupi. Um IAF acima de 3 representa para o feijão-caupi máximo desenvolvimento do dossel, possibilitando uma maior interceptação de luz solar, resultando em maior taxa fotossintética líquida (SUMMERFIELD, 1985). 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., 2006). Estas variedades, normalmente, apresentam uma elevada resposta à irrigação e podem ser utilizadas para produção de grãos secos ou grãos verdes. No entanto, outras características diretamente associadas com a produção do feijão-caupi para a produção de grãos verdes têm sido pouco estudadas, como é o caso do índice de área foliar das culturas à variação de níveis hídricos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o índice de área foliar relacionado com o rendimento de grãos verdes em feijão-caupi.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI (5°05'S e 42°29'W, a 72 m de altitude), entre setembro e 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 (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2008). Os resultados da análise de fertilidade do solo na profundidade de 0-20 cm, realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa Meio-Norte, indicaram: pH em água(1:2,5) = 5,78; fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) = 33,80; potássio ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) = 0,17; cálcio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 1,47; magnésio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 0,76; alumínio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 0,15 e Matéria orgânica ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 4,20.

Avaliou-se a cultivar BRS Guariba de porte semi ereto e tegumento branco. O semeio da cultivar, realizado em 10/09/2009, foi feito com plantadeira manual, no espaçamento de 0,7m x 0,2 m. Quinze dias após a semeadura, foi realizado o desbaste, tendo-se deixado cinco plantas por metro linear. A adubação de fundação foi realizada com base na análise de solo e consistiu na aplicação de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Vinte dias após a semeadura, aplicaram-se  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura. Os tratos culturais foram realizados para manter a cultura livre de plantas invasoras, doenças e pragas. A irrigação foi efetuada por sistema de aspersão convencional fixo, com aspersores espaçados de 12m x 12 m.

Foram avaliadas cinco lâminas de irrigação, estabelecidas em função das seguintes frações da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>): 25, 50, 75, 100 e 125% da ET<sub>o</sub>. A ET<sub>o</sub> foi estimada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) e os dados climatológicos foram obtidos em estação agrometeorológica automática instalada ao lado da área experimental. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil avaliada em cada parcela experimental foi formada pelas três fileiras centrais de 7,0 m de comprimento, tendo-se eliminado 1,0 m em cada extremidade ( $10,5 \text{ m}^2$ ).

O teor de água no solo foi monitorado diariamente, em camadas de 0,10 a 0,70 m de profundidade, por meio da sonda de capacitância elétrica. Instalaram-se três tubos de acesso para medição do teor de água no solo, para cada tratamento. A lâmina média de irrigação efetivamente aplicada em cada tratamento foi determinada imediatamente após cada irrigação, com base nas medições realizadas em 16 coletores espaçados em 3,0 m x 3,0 m. Ressalta-se que durante o período experimental não houve a ocorrência de precipitação pluviométrica.

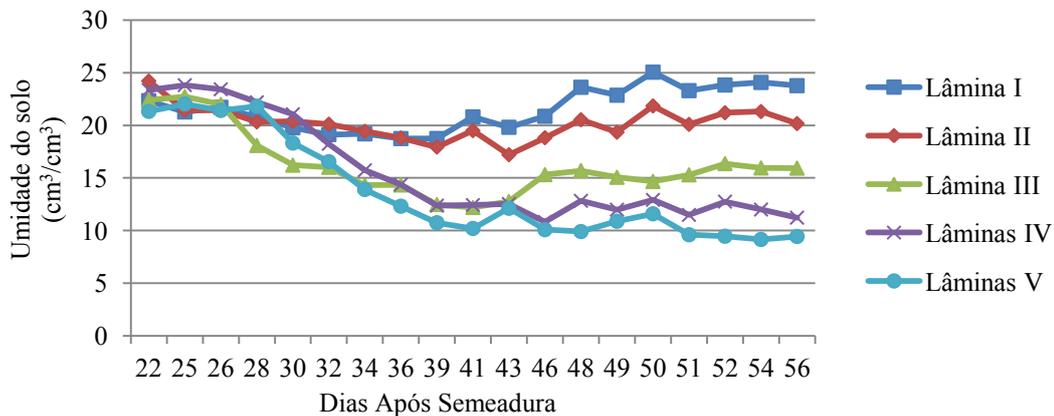
Determinou-se, semanalmente, a partir dos 30 dias após de sementeira, o índice da área foliar, estimado pela média de quatro leituras (uma acima e três abaixo do dossel) com o equipamento LAI-2000 em cada parcela.

A colheita foi realizada 56 e 60 dias após a sementeira, quando as vagens estavam bem intumescidas e começavam a sofrer leve mudança de tonalidade. Ao final da colheita, as vagens foram debulhadas, e foi avaliado o rendimento de grãos verdes. Os dados foram avaliados por análises de regressão e correlação, utilizando-se o programa computacional estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

### Resultados e Discussão

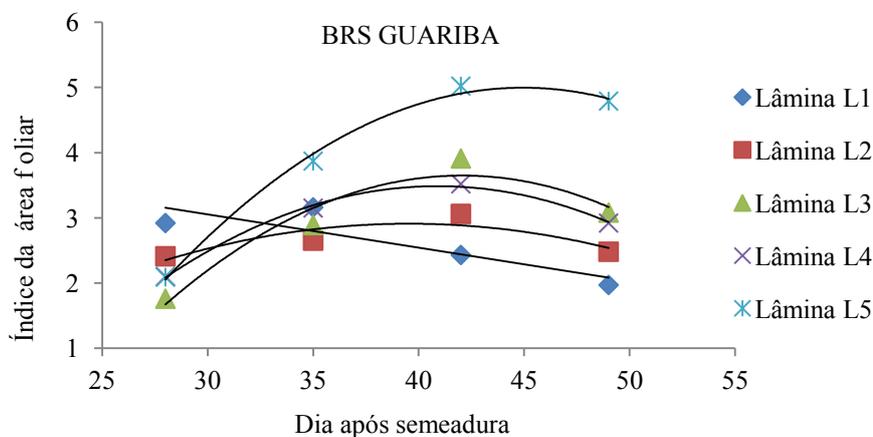
A aplicação das frações de 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ETo resultou nas seguintes lâminas totais de irrigação: 161 mm (L1), 196 mm (L2), 231 mm (L3), 275 mm (L4) e 322 mm (L5), respectivamente.

Como a diferenciação das lâminas de irrigação foi imposta somente a partir dos 30 dias após a sementeira, observou-se que não houve variações sensíveis no teor de água no solo, nos cinco regimes de irrigação nesse período, os quais oscilaram entre 23% a 21%, 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 0,00 m a 0,20 m, ao longo do período do 26º ao 56º dias após a sementeira de feijão-caupi em função das lâminas de irrigação aplicadas.

A análise de regressão do IAF (Figura 2) apresentou efeito 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).



**Figura 2.** Índice de área foliar (IAF), em função das lâminas de irrigação aplicadas da cultivar BRS Guariba de feijão-caupi, Teresina, PI. 2009.

Os valores máximos obtidos para o IAF com a aplicação das lâminas de irrigação foram: 3,16 (L1) obtido aos 35 dias após semeadura e 3,06 (L2); 3,91 (L3); 3,52 (L4) e 5,02 (L5), obtidos aos 44 dias após semeadura. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Bastos et al. (2002), que encontraram valores máximos do IAF variando de 3 a 4,3 para a cultivar de feijão-caupi BR 14 Mulato, e de 3,0 para a cultivar BR17 Gurguéia aos 47 dias após a semeadura. Segundo Correia & Nogueira (2004), a redução da área foliar em plantas sob déficit hídrico pode-se traduzir numa estratégia de sobrevivência, com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração. Por outro lado, segundo Freire Filho et al. (2005), o elevado teor de água no solo pode favorecer um intenso desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi e valores do índice de área foliar excessivamente alto, 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 o rendimento de grãos.

Quando ao rendimento de grãos verdes, o maior e o menor valor foram de 2.844 kg ha<sup>-1</sup> e de 808 kg ha<sup>-1</sup>, obtidos com aplicação das lâminas de irrigação de 322 mm (125% ETo) e 161 mm (25% ETo) respectivamente.

Os coeficientes da análise de regressão (Tabela 1) foram significativos para o rendimento de grãos verdes em relação às lâminas de irrigação.

**Tabela 1.** Análises de regressão do rendimento de grãos verdes da cultivar de feijão-caupi BRS Guariba, em função das lâminas de irrigação aplicadas.

| Cultivar    | Varição        | GL | Parâmetros estimados | Erro     | Valor (t) | Pr > t |
|-------------|----------------|----|----------------------|----------|-----------|--------|
| BRS Guariba | Intercepto     | 1  | -4.695,07            | 1.580,16 | -2,97     | 0,0086 |
|             | Coefficiente a | 1  | -0,061               | 0,028    | -2,18     | 0,0438 |
|             | Coefficiente b | 1  | 43,14                | 13,607   | 3,17      | 0,0056 |

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Andrade Júnior et al. (2002), que observaram resposta quadrática com máxima produtividade de grãos de 2.809 kg ha<sup>-1</sup> e 2.103,4 kg ha<sup>-1</sup>, obtidos com as lâminas de irrigação correspondentes a 449,1 mm e 389,9 mm, respectivamente, para o feijão-caupi nas cultivares BRS 17 Gurguéia e BRS 14 Mulato, analisando a cultura do feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros do Piauí.

Dessa forma, pode-se inferir que há uma correlação positiva significativa entre o rendimento de grãos verdes com o índice de área foliar (Tabelas 2), uma vez que o aumento ou redução desse parâmetro implica em aumento ou redução do rendimento de grãos verdes. Corroboram 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 2.** Estimativas de correlação entre o rendimento de grãos verdes (RGV) e o índice de área foliar (IAF), da cultivar de feijão-caupi BRS Guariba, em função das lâminas de irrigação aplicadas.

| Parâmetro | PG     | IAF |
|-----------|--------|-----|
| RGV       | 1      |     |
| IAF       | 0,84** | 1   |

\*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

### Conclusões

O índice de área foliar e o rendimento de grãos verdes são influenciados negativamente pela redução das lâminas de irrigação.

O rendimento de grãos verdes correlaciona-se positivamente com o índice de área foliar.

## 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).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H.N.; FRIZZONE, J. A.; CARDOSO, M. J. BASTOS, E. A.; MELO, F. de B. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 17-20, 2002.
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Boletim Agrometeorológico do ano de 2008 para o município de Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008, 37p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 181).
- 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, n. 1, p. 43-50, 2002.
- 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**, Belo Horizonte, v.4, n.2, 2004.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 519 p.
- FREIRE FILHO, R. F.; ROCHA, M. D. M.; BRIOSO, P. S. T.; RIBEIRO, V. Q. 'BRS Guariba': white-grain cowpea cultivar for the mid-north region of Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 175-178, June, 2006.
- 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**, Fortaleza, v. 38, n. 3, p.286-290, jul./set. 2007.
- JADOSKI, S. O. Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v.8, n.1, p.1-9, jan.-abr./ 2003.
- NASCIMENTO, S. P. do. **Efeito do déficit hídrico em feijão-caupi para identificação de genótipos com tolerância à seca**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. Orientador: Edson Alves Bastos; Co-orientador: Francisco Rodrigues Freire Filho.
- ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; CARVALHO, H.W.L. de; BELARMINO FILHO, J.; RAPOSO, J.A.A; ALCÂNTARA, J. dos P.; RAMOS, S.R.R.; MACHADO, C. de F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.9, p. 1283-1289, set. 2007.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide**. Version 8.1. Cary, 2002. v. 1, 890p. 14.
- 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**. Campina Grande, v.8, n.1, jan-abr. 2004.
- SUMMERFIELD, R. J. *et al.* The physiology cowpea. In: SINGH,S.R.; RACHIE, K.O. (Eds.). **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: John Wiley, 1985. p. 66-101.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in climatology).