



EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM FEIJÃO CAUPI SOB DÉFICIT HÍDRICO NA FASE PRODUTIVA

M. R. dos Santos¹, M. A. Kurfis², J. C. Fernandes¹, M. M. Rocha³, K. J. Damasceno³, A. C. das Neves⁴

RESUMO: A irrigação com déficit é uma técnica que possibilita o aumento da eficiência de uso da água. Objetivou-se com esse trabalho determinar a condição de suspensão da irrigação após o início da floração em três cultivares de feijão-caupi no semiárido baiano. O experimento foi conduzido no Setor de Agricultura do IF Baiano *Campus* Guanambi, com delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcela subdividida (4 x 3), com quatro suspensões da irrigação (SI) após o início da floração: I) SI de quatro dias; II) SI de 8 dias; III) SI de 12 dias e IV) SI de 16 dias, na parcela e três cultivares: BRS Paraguaçu, Pingo de Ouro 1-2 e BRS XiqueXique, na subparcela. A irrigação foi realizada diariamente com base na evapotranspiração da cultura, usou-se um sistema de irrigação por gotejamento em faixa contínua molhada, com emissor autocompensante de vazão 4,0 L h⁻¹, sendo que cada lateral irrigava duas fileiras de plantas. O déficit hídrico no solo ocasionado pelas diferentes suspensões da irrigação não alterou a eficiência de uso da água, mesmo tendo a suspensão de quatro dias possibilitado maior produção. As cultivares BRS Paraguaçu e Pingo de Ouro 1-2 são as mais eficientes em uso da água.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*, manejo da irrigação, semiárido

WATER USE EFFICIENCY OF CAWPEA BEAN UNDER WATER DEFICIT IN THE PRODUCTIVE PHASE

ABSTRACT: Deficit irrigation is a technique that increases water use efficiency. The objective of this work was to determine the condition of irrigation suspension after the beginning of flowering on three cultivars of Cowpea beans in the semi-arid region of Bahia. The experiment was conducted at the Agriculture Sector of the IF Baiano *Campus* Guanambi, with a randomized complete block design with four replications, in a split plot scheme (4 x 3),

¹ Doutor, professor do IF Baiano *Campus* Guanambi, Guanambi – Bahia, e-mail: marcelo.rocha@ifbaiano.edu.br.

² Estudante de Agronomia do IF Baiano *Campus* Guanambi, Guanambi – Bahia.

³ Doutor, Pesquisador da Embrapa Meio Norte, Teresina – Piauí.

⁴ Mestre, Servidor da Embrapa Meio Norte, Teresina – Piauí.

with four irrigation suspensions (IS) after the beginning of flowering: I) IS of four days; II) IS of 8 days; III) IS of 12 days and IV) IS of 16 days, on plot, and three cultivars: BRS Paraguaçu, Pingo de Ouro 1-2 and BRS XiqueXique on split plot. The irrigation was performed daily, based on the crop evapotranspiration. A wet continuous strip by drip irrigation system was used, with a self-compensating emitter with a discharge of 4.0 L h⁻¹, irrigating two rows of plants. The water deficit in the soil caused by the different irrigation suspensions did not change the water use efficiency, even though the suspension of four days allowed greater production. The BRS Paraguaçu and Pingo de Ouro 1-2 are the most efficient cultivars in water use.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*, irrigation management, semi-arid

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem contribuído na geração de renda da agricultura familiar e apresenta grande importância para a alimentação, pois é rico em proteína, minerais e fibras (FROTA et al., 2008; SINGH, 2007).

A região nordeste do Brasil a maior produtora, em que os estados do Ceará, Bahia e Piauí respondem por mais de 90% da produção anual em cultivo de primeira safra (FREITAS, 2017). O grão é bastante popular na região semiárida do nordeste brasileiro, onde o clima apresenta características específicas, tais como temperaturas altas, entre 23 e 28° C de médias anuais e precipitações escassas, entre 700 mm (CEZAR et. al. 2004).

Apesar de adaptados às condições ambientais de cultivo, o feijão-caupi, feijão de corda, macassar, catador, dentre outras denominações, apresenta baixa produtividade no semiárido baiano, o que limita sua produção em épocas de secas. No entanto, estudos realizados com as cultivares BRS-Paraguaçu, Pingo-de-ouro-1-2 e Pingo-de-ouro-2, não apresentaram quedas drásticas na produtividade sob estresse hídrico quando comparadas a outras cultivares utilizadas no mesmo experimento (NASCIMENTO et al., 2011).

Devido a escassez e irregularidade temporal e espacial de chuvas no semiárido, a produção agrícola irrigada assume importância relevante, porém, no manejo da irrigação deve priorizar pela precisão, ou seja, que haja maior eficiência de uso da água. Assim, estudos com diversas variedades e suas respostas às condições edafoclimáticas de determinada região, visando à identificação de genótipos mais produtivos sob déficit hídrico, carecem de

realização. O aumento da eficiência de uso da água se dá pela manutenção ou aumento da produtividade com redução da lâmina aplicada.

O requerimento de água desta cultura é variável com o seu estágio de desenvolvimento (LIMA et al., 2006). E aumenta de um valor mínimo na germinação até um valor máximo na floração e formação de vagens, decrescendo a partir do início da maturação (BASTOS et al., 2008).

A cultivar BRS Paraguaçu possui porte “enramador” e produz grãos de cor branca, próprios para a fabricação de farinha, preparação de acarajé e abará produtos típicos da culinária baiana (ALCÂNTARA et al., 2002). O Pingo de ouro-1-2 possui grãos marrons e porte Semiprostrado (COSTA, 2016).

A BRS-Xiquexique tem o diferencial de apresentar altos teores de ferro e zinco, além de alta produtividade e porte semi-prostrado. Consiste na primeira cultivar de feijão-caupi biofortificada, fornecendo grãos brancos, bem formados, no padrão de preferência de uma grande faixa de consumidores das Regiões Norte e Nordeste. (SILVA, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de uso da água das cultivares de feijão-caupi: BRS Xiquexique, BRS Paraguaçu e Pingo de Ouro 1-2, submetidas a diferentes períodos de déficit hídrico após o início da fase reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi no período de junho à agosto de 2016. As coordenadas geográficas locais são de 14°13'30” de latitude Sul e 42°46'53” de longitude Oeste, altitude de 545m, com médias anuais de precipitação de 680 mm e temperatura média de 26°C.

Antes da implantação da cultura foi realizado a coleta de solo a partir camadas de 0,0 – 0,20 m, para determinação das variáveis físicas: textura, resistência à penetração, densidade de partícula, densidade do solo, porosidade, macro e microporos; e químicas: pH em H₂O e KCl, matéria orgânica (MO), Ca, K, Mg, P, S, B, Fe, Mn e Zn, em conformidade com a Embrapa (1997). Para a dessecação das espécies vegetais presentes na área, foi utilizado o herbicida glifosato na concentração 2,0 kg ha⁻¹.

Para o preparo de solo foi utilizado um escarificador de três hastes e logos após uma grade, para nivelamento do terreno. A adubação foi realizada na semeadura em 16 de julho de

2016, utilizando-se 500 kg ha⁻¹ do adubo formulado 4-30-10 (N-P₂O₅-K₂O). A semeadura foi realizada, manualmente, com espaçamento de 0,5 m e densidade de 10 sementes por metro.

Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcela subdividida (4 x 3), com quatro suspensões de irrigação e três cultivares. As suspensões da irrigação, ou o déficit hídrico após o início da floração, foram de 4, 8, 12 e 16 dias e as três cultivares foram BRS-Xiquexique, BRS-Paraguaçu e Pingo de Ouro 1-2.

Usou-se um sistema de irrigação por gotejamento em faixa contínua molhada, com emissor autocompensante de vazão 4,0 L h⁻¹, sendo que cada lateral irrigava duas fileiras de plantas. No primeiro dia após o plantio, a irrigação foi realizada com base na disponibilidade total de água no solo, visando umedecer a camada de 0,0 a 0,4 m e em seguida a irrigação foi realizada diariamente com base na evapotranspiração da cultura (ET_c) determinada pela evapotranspiração de referencia (ET_o) e pelo coeficiente da cultura (K_c). A ET_o foi obtida pelo método de *Penman-Monteith*, padrão da FAO, através de uma estação meteorológica automática instalada próximo da área experimental e o coeficiente da cultura foi usado conforme Bastos et al. (2008), com valores variando de 0,80 a 1,40 da fase inicial até a fase produtiva. No entanto, até o 11º dias após o plantio, o K_c foi unitário, visando melhor estabelecimento inicial da cultura no campo. O tempo de irrigação foi calculado pela equação 1, conforme Santos e Brito (2016). O comportamento da temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa, no período de condução do experimento é mostrado na Figura 1, durante este período, não houve ocorrência de chuvas.

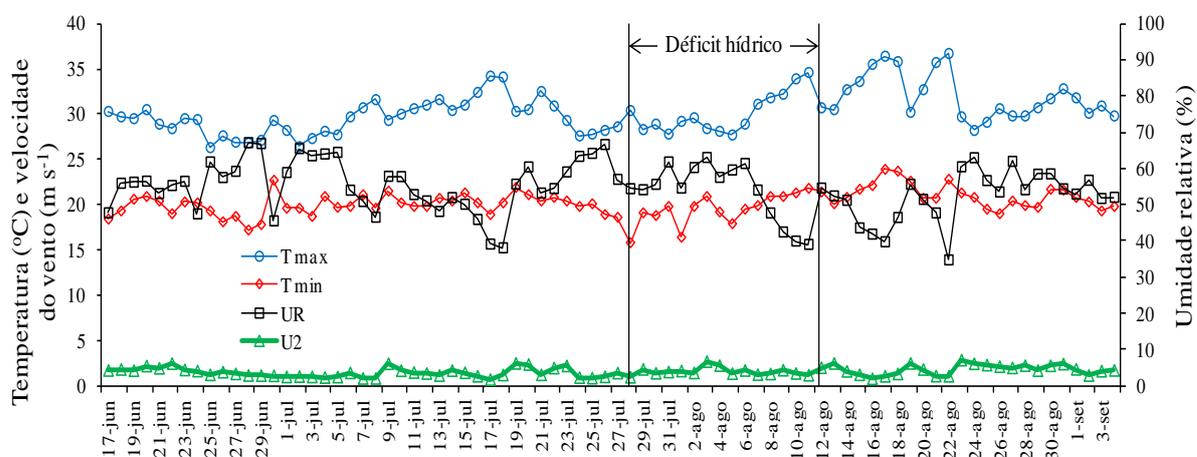


Figura 1. Temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) velocidade do vento (U2) e umidade relativa do ar (UR) durante o período de condução do experimento. Guanambi, BA, 2016.

$$T_i = \frac{ET_c \times E_g \times E_l \times K_l}{q \times E_a} \quad (1)$$

Em que,

T_i é o tempo de irrigação (h);

E_l é o espaçamento entre laterais (m);

E_g é o espaçamento entre gotejadores (m);

K_l é o coeficiente de localização (adimensional);

q é a vazão média dos emissores em ($L h^{-1}$);

E_a é a eficiência de aplicação (decimal);

Após o surgimento dos primórdios florais (R1) em mais de 50% das plantas, a irrigação foi suspensa totalmente por 4, 8, 12 e 16 dias, conforme o tratamento, sendo retomada com aplicação da lâmina (ET_c) referente ao dia de reinício. As lâminas aplicadas em cada tratamento equivalente às suspensões da irrigação, a evapotranspiração de referência e coeficiente da cultura no período, consta na Figura 2.

Silva et. al. (2016) ressaltam que o consumo hídrico da cultura do feijão caupi é maior na fase de desenvolvimento vegetativo e menor na fase de germinação. A ET_c acumulada foi de 222,7 e 177,2 mm na germinação mais o desenvolvimento vegetativo e na floração mais maturação fisiológica, respectivamente. No presente trabalho, os valores foram 202,22 mm na germinação mais o desenvolvimento vegetativo e, para a floração e maturação fisiológica a ET_c acumulada foi de 178,42; 150,49; 122,34 e 87,98 mm para suspensão de 4, 8, 12 e 16 dias, respectivamente.

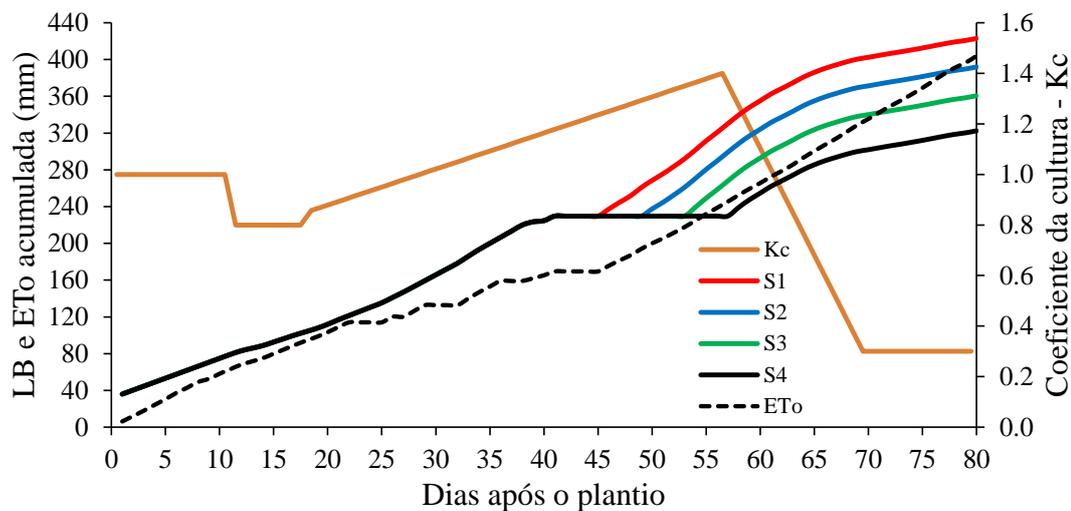


Figura 2. Lâmina bruta aplicada - LB para as diferentes suspensões de irrigação (S1, S2, S3 e S4), evapotranspiração de referência - ET_o e coeficiente da cultura - K_c para o feijão-Caupi. 17 de junho a 04 de setembro de 2016, Guanambi, Bahia.

As colheitas nas áreas úteis de cada parcela experimental foram realizadas aos 67 e aos 80 DAE, transformada em produtividade. De posse destes dados, calculou-se a eficiência de uso da água (EUA) pela razão entre a produtividade total e a lâmina bruta de irrigação aplicada.

Os dados de Produtividade e de Eficiência de uso da água foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey para o fator variedade e realizado regressão para as suspensões à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para produtividade e eficiência de uso da água das três variedades de feijão-caupi submetidas a diferentes suspensões da irrigação na fase de produção, é verificada na Tabela 1. Observa-se que não houve interação entre cultivar e suspensão da irrigação na produtividade e na eficiência de uso da água. No entanto, ao considerar o efeito individual, houve significância ($P < 0,05$) de cultivar na produtividade e na EUA e de suspensão na produtividade.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para produtividade e eficiência de uso da água (EUA) das variedades de feijão-caupi sobre diferentes suspensões da irrigação no início da floração. Guanambi, BA, 2016.

FV	GL	Produtividade			EUA		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
Suspensão - S	3	301200	3,757	0,0200	0,456	0,775	0,5160
Cultivar - C	2	819115	10,216	0,0004	5,882	9,990	0,0004
S x C	6	33261	0,415	0,8638	0,226	0,384	0,8841
Bloco	3	49177	0,613	0,6112	0,330	0,561	0,6448
Erro	33		80180			0,589	
CV			21,87			22,18	

A suspensão da irrigação no início da floração com até 16 dias não causa redução na eficiência de uso da água, a qual manteve em $3,56 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, mesmo havendo queda na produtividade (Figura 3). O que indica que a redução relativa na lâmina de irrigação aplicada foi maior do que a redução relativa na produtividade. Este é um aspecto interessante, pois, evidencia que a cultura apresenta determinada tolerância ao déficit hídrico, mesmo aplicado em uma fase crítica e, é um indicativo de que é possível reduzir a lâmina aplicada sem comprometer a produção. Ao avaliarem a eficiência de uso da água para as cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú, Locatelli et al. (2014) que a EUA foi de

aproximadamente $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para lâmina de 100% da ETo. Ressalta-se, que no presente trabalho, devido à cultivar BRS-Xiquexique ser mais tardia, houve prolongamento da aplicação da irrigação em todo o experimento, resultado em maior lâmina bruta aplicada e, conseqüentemente, menor EUA.

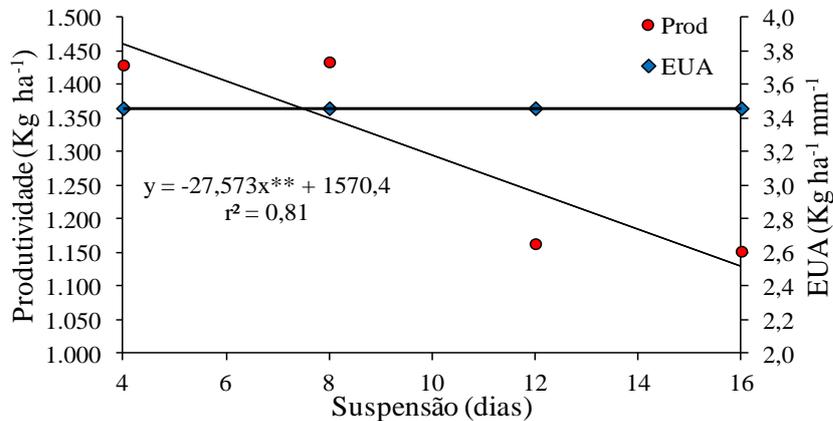


Figura 3. Produtividade e eficiência de uso da água (EUA) em função de diferentes dias de suspensão da irrigação na fase produtiva. Guanambi, BA, 2016.

Independente das suspensões da irrigação, as cultivares BRS Paraguaçu e Pingo de ouro 1-2 são mais produtivas e mais eficientes no uso da água que a cultivar BRS Xiquexique (Figura 4).

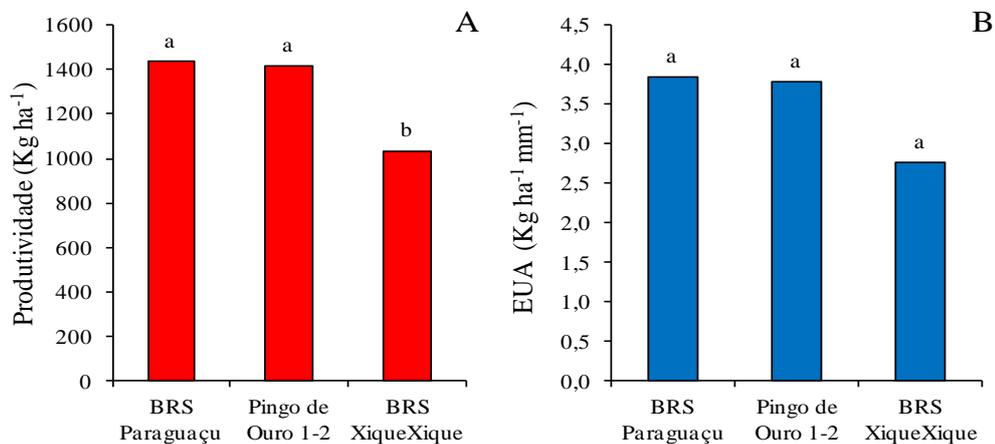


Figura 4. Produtividade (A) e eficiência de uso da água – EUA (B) das cultivares BRS Paraguaçu, Pingo de Ouro 1-2 e BRS Xiquexique. Guanambi, BA, 2016.

Ao avaliar a produtividade e a eficiência da irrigação do feijão-caupi em lâminas de irrigação no cerrado de Roraima, sob irrigação por aspersão convencional, com cinco lâminas de irrigação 30, 60, 90, 120 e 150% da evapotranspiração de referência (ETo) e três cultivares de caupi: BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú, Locatelli et al. (2014), obtiveram para as

cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, máxima produtividade de grãos, 1.275,19 e 1.504,98 kg ha⁻¹, com as respectivas lâminas 74,3 e 94,02% da ETo. Isto mostra que, no presente trabalho, mesmo sobre déficit prolongado na fase crítica de produção do feijão-caupi, as produtividades obtidas estão coerentes com aquelas encontradas na literatura, reforçando a resistência destas cultivares ao déficit hídrico.

Apesar de ser cultivares resistentes ao déficit hídrico, a produtividade reduz linearmente com o aumento da quantidade de dias de suspensão da irrigação no início da floração. Ao determinar a lâmina ótima de irrigação nas cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu de feijão-caupi para a produção de grãos verdes, em Teresina, PI, Ramos et al. (2012) verificaram que a produtividade aumenta de forma quadrática com a lâmina de irrigação até 125% da ETo, corroborando com o presente trabalho, ao obter com menor intensidade do déficit, maior produção. Silva et. al. (2016) ressaltam que a produtividade de grãos de feijão-caupi irrigado é 34,4% maior do que aquela obtida em sistema de sequeiro na região de Apodi, RN.

CONCLUSÃO

A suspensão da irrigação com até 16 dias de déficit na fase de floração não altera a eficiência de uso da água para as cultivares BRS Paraguaçu, Pingo de Ouro 1-2 e BRS Xiquexique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, A. C. R. A importância econômica do feijão-caupi. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_14_510200683536.html. Acesso em 05 de mai 2017.

ALCÂNTARA, J. DOS P.; MONTEIRO, I. D.; VASCONCELOS, O. L.; FREIRE FILHO, F. R. R.; RIBEIRO, V. V. Q. BRS Paraguaçu, novo cultivar de caupi de porte “enramador” e tegumento branco para o Estado da Bahia. **Revista Ceres**, v.49, n 286, p. 695-703, 2002.

BASTOS, E. A.; FERREIRA, V. M.; SILVA, C. R.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no vale do Gurguéia, PI. **Irriga**, v.13, p.182-190, 2008.

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B. DE; SOUZA, W. H.; PIMENTA FILHO, E. C.; TAVARES, G. P.; MEDEIROS, G. X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.

COSTA, R. R.; **Atenuação de estresse hídrico em plantas de feijão-caupi tratadas com ácido salicílico**. Campina grande, 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

FROTA, K. M. G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P. H. N.; CRUZ, R. J.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 9, p. H235-H240, 2008.

LIMA, J. R. S.; ANTONIO, A. C. D.; SOARES, W. A.; SILVA, I. F. Estimativa da evapotranspiração do feijão-caupi utilizando o modelo de Penman-Monteith. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 477, 2006.

LOCATELLI, V. E. R.; MEDEIROS, R. D.; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ARAÚJO, W. F.; SOUZA, K. T. S. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.574–580, 2014.

NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.853–860, 2011.

RAMOS, H. M. M.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; MAROUELLI, W. A. Estratégias ótimas de irrigação do feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.4, p.576-583, 2012.

SINGH, B. B. Recent progress in cowpea genetics and breeding. **Acta Horticulturae**, v. 752, p. 69-76, 2007.

SILVA, C. D. S. Ecofisiologia e bioquímica da cultivar BRS-Xiquexique: [Vigna unguiculata (L.) Walp], sob deficiência hídrica. São Cristóvão, 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe.

SILVA, V. P. R.; SILVA, B. B.; BEZERA, J. R. C.; ALMEIDA, R. S. R. Consumo hídrico e viabilidade econômica da cultura do feijão caupi cultivado em clima semiárido. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 662-672, 2016.