

EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL E PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO SOB NÍVEIS DE ESTRESSE HÍDRICO EM REGIÃO SEMIÁRIDA

Carla Sabrina da Silva; Amanda Cibele da Paz Sousa; Edmaíris Rodrigues Araújo; Jonas Emanuel de Souza; Samuel Silva (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Tecnologia e Ciência de Alagoas – Campus Piranhas, e-mail: carlaabrina18@gmail.com

Resumo: O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é considerado uma das leguminosas mais importantes socioeconomicamente para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (Freire Filho *et. al.*, 2005), sobretudo no Semiárido. Entretanto, mesmo na estação chuvosa, podem ocorrer veranicos, causando estresse hídrico à cultura, sendo a irrigação essencial para se alcançar produtividades satisfatórias. Assim, o presente trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração real (ETr) e a produtividade de grãos do feijão-caupi submetido a níveis de estresse hídrico. O delineamento experimental foi em faixas com quatro repetições. Os tratamentos foram 5 lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura (30, 60, 90, 120, 150% da ETc). A ETc e a ETr foram calculadas pelo método de Kc único descrito no boletim FAO 56 (Allen *et. al.*, 1998). A produtividade de grãos foi submetida ao teste F e análise de regressão. A chuva total no ciclo foi de 78,2 mm e a ETc total no ciclo foi de 286 mm e no período de aplicação dos tratamentos foi 230 mm. As lâminas totais aplicadas mais a chuva efetiva nos tratamentos foram de 100, 157, 223, 304 e 366 mm, respectivamente. A ETr durante o período de aplicação dos tratamentos foi de 105, 157, 216, 231 e 231 mm e a produtividade foi de 1,40;1,42;1,93;1,85 e 1,72 t ha⁻¹ nos tratamentos, respectivamente. A necessidade hídrica do feijoeiro após a fase inicial de desenvolvimento pode ser suprida através de lâmina de irrigação de 230 mm, alcançando produtividade de grãos igual a 1,8 t ha⁻¹.

Palavras-chave: gotejamento, caupi, irrigação.

Introdução

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão macassar, é considerado como uma das leguminosas de maior importância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, constituindo-se como uma das mais importantes fontes protéicas na alimentação da população rural (FREIRE FILHO *et al.*, 2005). Por ser cultivado principalmente em pequenas propriedades, em sua maioria, os produtores não tem acesso à assistência técnica necessária para verticalizar a produção. Instituições de pesquisa como a Embrapa, institutos federais e universidades vêm desenvolvendo estudos com esta cultura, no que diz respeito à adaptação de cultivares e criação de novas tecnologias para alavancar a regionalização da agricultura familiar. Sobretudo na região do sertão alagoano,

em que os perímetros irrigados às margens do rio São Francisco e o andamento da construção do canal do sertão desperta o interesse em estudar esta planta.

O cultivo de feijão caupi predomina no período chuvoso, porém, em alguns anos ocorrem veranicos e a cultura fica sujeita ao déficit hídrico (CARVALHO et al., 2013; Lima et al., 2011), em que essa baixa disponibilidade de água no solo é fator limitante para o desenvolvimento e a produtividade das culturas agrícolas (OLIVEIRA et al., 2011). Por ser o veículo de condução dos nutrientes até a interface solo-raiz e no xilema, a água pode interferir na fisiologia da planta, na dinâmica de absorção e na utilização dos nutrientes (Ferreira et al., 2008). Neste sentido, a irrigação além de suprir esta deficiência, pode favorecer o cultivo de uma segunda safra na estação seca.

O rendimento das culturas agrícolas depende, dentre outros fatores, das práticas culturais utilizadas, como por exemplo, o manejo correto da irrigação, que além de afetar diretamente o desempenho da cultura, interage com os demais fatores de produção (Silveira & Stone, 2001), pois permite determinar a quantidade de água necessária para a planta no momento certo, otimizando o uso da água e preservando o meio ambiente. Para isso, é necessário o conhecimento do consumo hídrico pela cultura, da demanda atmosférica e das características físico-hídricas do solo para então, determinar a lâmina econômica de irrigação para a cultura.

A evapotranspiração real (E_{Tr}) é a evapotranspiração de uma extensa superfície vegetada, em crescimento ativo, com ou sem restrição hídrica, ou seja as saídas de água de um ecossistema através da transpiração das plantas e da evaporação do solo. Já a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) é a evapotranspiração de uma cultura em dada fase de seu desenvolvimento, sem restrição hídrica e em ótimas condições de crescimento. A estimativa de ambas depende da evapotranspiração de referência (E_{To}).

Informações quantitativas de evapotranspiração e evaporação são necessárias nos vários campos científicos que tratam dos numerosos problemas de manejo da água (Lima et al., 2001). O conhecimento da evapotranspiração real - E_{Tr} das culturas e da vegetação em geral é de fundamental importância em atividades ligadas a gestão de bacias hidrográficas, em modelagens meteorológica e hidrológica e, sobretudo, no manejo hídrico da agricultura irrigada (Bezerra et al., 2008). Assim, o presente trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração real (E_{Tr}) e a produtividade de grãos do feijão caupi submetido a níveis de estresse hídrico numa região semiárida.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Alagoas/Campus Piranhas, durante os meses de fevereiro a maio de 2018. A cultivar de feijão caupi utilizada foi uma variedade crioula tipo fradinho utilizada pelos produtores da região. O delineamento experimental utilizado foi em faixas com quatro repetições. Os tratamentos foram 5 lâminas de irrigação (30, 60, 90, 120, 150% da evapotranspiração da cultura-ETc). As parcelas foram compostas por 4 fileiras de 5,0 m de comprimento espaçadas a 0,80 m, resultando numa área total de 16 m², sendo que a área útil foi composta pelos 3 m centrais das duas linhas do meio.

O plantio foi feito em sulcos abertos manualmente, em que foram colocadas 4 sementes a cada 20 cm. Aos 15 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o desbaste, deixando a planta mais vigorosa e um estande final de 62.500 plantas por hectare. Foi aplicada cobertura morta na superfície do solo usando material vegetal cortado e seco, colocado logo após a emergência das plantas na quantidade apenas para cobrir o solo, resultando em uma camada de 3 a 5 cm.

O controle de ervas espontâneas foi feito com capina manual de acordo com a necessidade. A irrigação foi feita via sistema de gotejamento com vazão de 7,5 L h⁻¹ m⁻¹, pressão nominal de 10 mca e espaçamento entre gotejadores de 20 cm. Nos primeiros 20 DIAS todos os tratamentos foram irrigados de forma a não causar déficit hídrico à cultura. A partir deste período, as lâminas de irrigação foram diferenciadas conforme os tratamentos e foram determinadas em função da evapotranspiração da cultura (ETc), em que os dados meteorológicos para essa estimativa foram obtidos na estação automática de aquisição de dados do INMET, localizada no IFAL/Piranhas próximo à área experimental.

A ETo foi calculada pelo método de Penman-Monteith (Allen et AL., 1998) para se estimar a ETc e a ETr que foram calculadas pelo método de Kc único descrito no boletim FAO 56 (Allen et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \left(\gamma \frac{900}{T + 273} \right) u_2 (e_s - e)}{\Delta + \left[\gamma (1 + 0,34 u_2) \right]} \quad (1)$$

em que: Δ é a inclinação da curva da pressão de vapor d'água saturado versus temperatura do ar (kPa °C⁻¹); R_n é o Saldo de radiação medido (MJ m⁻² dia⁻¹); G é o fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹); γ é o Coeficiente psicrométrico; T é a temperatura média do ar; u_2 é a velocidade média do vento a 2m de altura (m s⁻¹); e_s é a pressão de saturação do vapor d'água do ar (kPa) e e é a pressão do vapor d'água do ar (kPa).

Por ocasião da colheita a partir dos 55 dias após o plantio, a produtividade do feijoeiro foi determinada através do peso médio dos grãos, em que as amostras foram colocadas em estufa de secagem por 48 horas a 65°C para corrigir a umidade para 13%.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em que foi obtida a função de produção da cultura e, conseqüentemente, a lâmina econômica de irrigação. A função de resposta da cultura foi obtida por curva de regressão polinomial de segundo grau (Frizzone, 1998).

Resultados e Discussão

A precipitação pluvial durante o ciclo de produção do feijão (22/02/2018 a 09/05/2018– 77 dias) somou 230 mm, sendo que 8,9% (20,6 mm) dessa chuva ocorreram apenas num só dia (22/02/2017), caracterizando distribuição irregular da precipitação pluvial durante o período de cultivo (Figura 4). Contudo, este período do ano não corresponde à estação chuvosa da região.

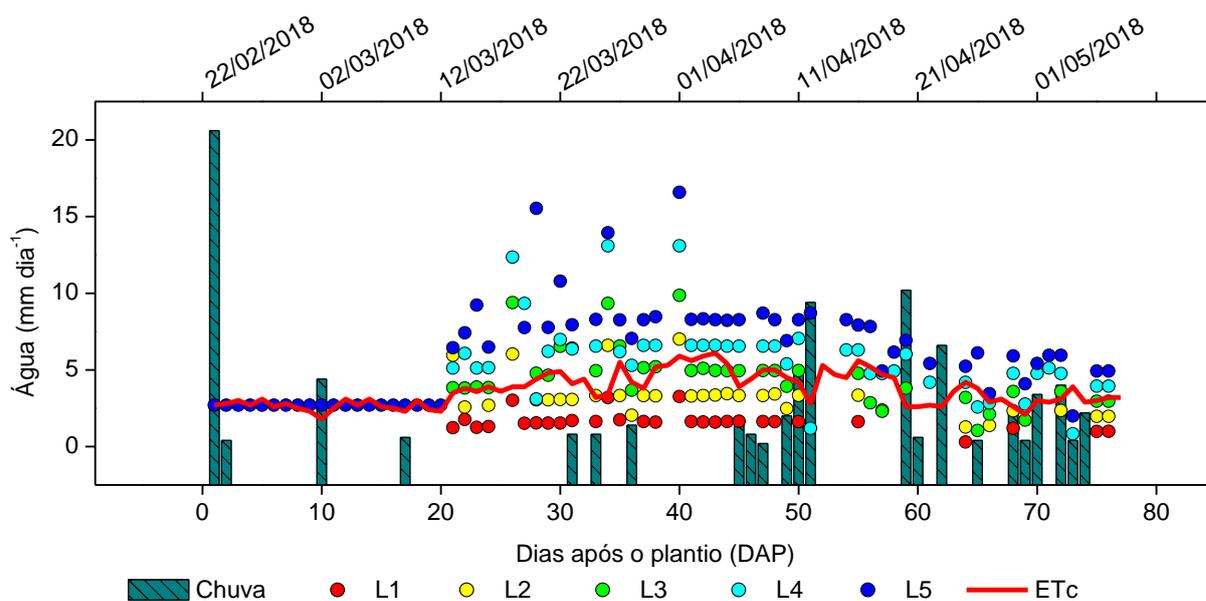


Figura 4 - Valores diários de chuva, evapotranspiração da cultura (ETc) e lâminas de irrigação dos tratamentos (L1, L2, L3, L4 e L5) durante o ciclo de cultivo do feijão caupi na região de Piranhas-AL.

A evapotranspiração da cultura (ETc) total no ciclo de cultivo foi 230 mm, com mínima de 1,8 mm dia⁻¹ (03 de março de 2018), máxima de 6,1 mm dia⁻¹ (05 de Abril de 2018) e média de 3,7 mm dia⁻¹ (Figura 4). Observam-se valores menores de ETc no período em que há ocorrência de chuvas, quando há alta nebulosidade e diminuição da intensidade da

radiação solar, do aquecimento da atmosfera e conseqüentemente, da demanda hídrica atmosférica.

A irrigação foi aplicada de forma plena durante toda a primeira fase de desenvolvimento da cultura (fevereiro a março de 2018) devido à baixa ocorrência de chuvas nesse período para suprir a demanda hídrica das plantas (Figura 4), em que foi utilizada uma lâmina de 2,7 mm por dia para atender à ETc. As lâminas de irrigação diferenciadas foram aplicadas no período compreendido entre o final da fase inicial e o início da fase de crescimento da cultura (21 DAP). Os valores médios diários das lâminas aplicadas foram 1,6, 3,3 4,6 5,7 7,5 mm em L1, L2, L3, L4 e L5, respectivamente. Nessa região geográfica é preciso estar atento, pois ao se fazer uso do sistema de gotejamento, pode ocorrer infiltração lateral da água com saturação hídrica do solo, uma vez que os solos são rasos e há impedimento de drenagem pela formação rochosa. As lâminas totais de irrigação diferenciadas variaram entre os tratamentos de 100 a 366 mm e, com exceção do tratamento L1, todos os demais superaram os percentuais da ETc estabelecidos (Tabela 3). A ETc total durante o período de aplicação das lâminas diferenciadas foi de 230 mm.

Tabela 1. Valores totais de irrigação, percentagem da ETc atingida pelas lâminas e evapotranspiração total da cultura (ETc) para tratamentos com diferentes lâminas de irrigação na cultura do feijão entre fevereiro de 2018 a maio de 2018, na região de Piranhas-AL.

Tratamentos	Irrigação + P efetiva (mm)	% da ETc atingida	ETc (mm)
L1 (30% ETc)	100	43%	230
L2 (60% ETc)	157	68%	
L3 (90% ETc)	223	97%	
L4 (120% ETc)	305	133%	
L5 (150% ETc)	366	159%	

O tratamento L3 foi o mais produtivo, totalizando 1,93 Mg ha⁻¹, duas vezes a mais que L1, em que a produtividade agrícola do feijão em função da lâmina total de irrigação variou de 1,40 a 1,93 Mg ha⁻¹ em L1 e L3, respectivamente (Figura 6A). O tratamento L1 teve produtividade menor em relação às demais e este comportamento está de acordo com a lei dos rendimentos decrescentes, a qual corresponde à análise de resposta pelo princípio agrônômico conhecido como “a lei do mínimo”, formulada por Von Liebig em 1840. Essa lei diz que “a

produtividade de qualquer cultura é governada por qualquer mudança na quantidade e qualidade do fator escasso, chamado de fator mínimo. E, na medida em que o fator mínimo é aumentado, a produtividade também aumenta na proporção da oferta daquele fator até outro fator se tornar mínimo”. No caso de oferta excessiva do fator, a cultura tende a reduzir a produtividade por ter atingido a sua zona de estresse por excesso.

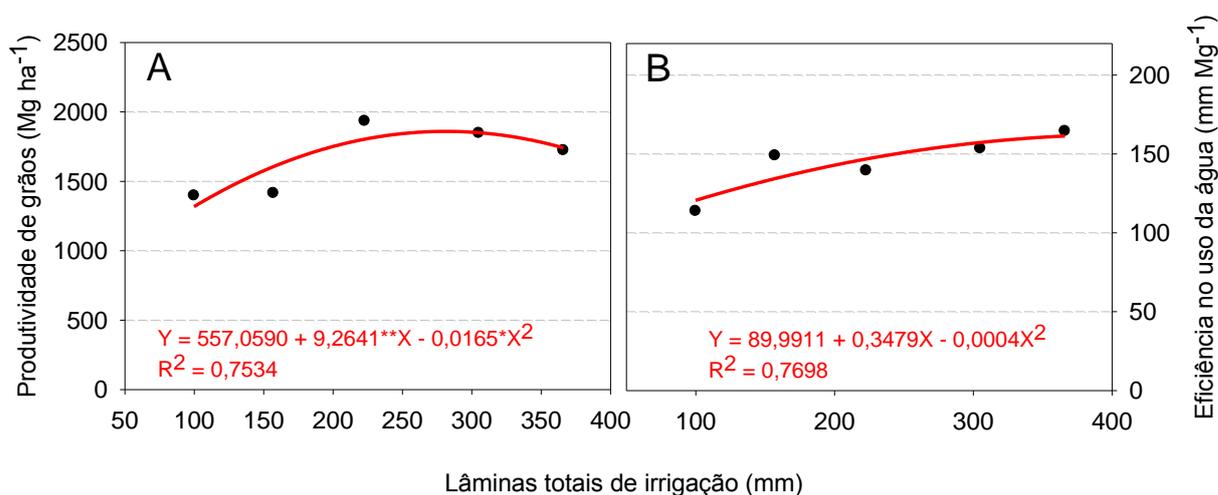


Figura 6 - Produtividade agrícola (A) e eficiência no uso da água (B) do feijão em função de lâminas de irrigação durante o cultivo no período de fevereiro de 2018 a maio de 2018, na região de Piranhas-AL.

A função de produção para a produtividade de grãos apresentou ajuste significativo nos coeficientes da equação e com coeficiente de determinação (R_2) de 75%, em que houve ponto de máximo seguido de decréscimo nos valores observados. Conforme Silva et al. (2015), o polinômio de segundo grau é uma das equações matemáticas mais utilizadas como função de produção; no entanto, as funções de produção devem, em geral, ser usadas em intervalos convenientes, isto é, sem exceder níveis do insumo economicamente razoáveis.

A produtividade física máxima da cultura, estimada pela função de produção, foi de 1,85 Mg ha⁻¹ obtida com lâmina total de irrigação de 280 mm (121% da ETc). Para produtividade acima desse valor, ou seja, com a cultura em condições ótimas de umidade no solo, é preciso recorrer a outras práticas agrícolas, como adubação, controle de pragas e doenças, além de outros.

Conclusão

A necessidade hídrica do feijoeiro após a fase inicial de desenvolvimento, para regiões com características semelhantes à estudada nesta pesquisa, pode ser suprida através de lâmina de irrigação de 230 mm, alcançando produtividade de grãos igual a 1,8 t ha⁻¹.

Referências

ALLEN, R. A.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, 1998. 328p. (Irrigation and drainage paper, 56).

BACK, A. J. Necessidade de irrigação da cultura de feijão no sul do estado de Santa Catarina. **Rev. Tecnol. Ambiente**, Criciúma, v.7, n.1, p.35-44, jan/jun. 2001.

BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B.; FERREIRA, N. J.; Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM - Landsat 5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, 305-317, 2008.

BIZARI, D. R.; MATSURA, E. M.; DEUS, F. P.; MESQUITA, M. Diferentes sistemas de manejo do solo no consumo de água do feijoeiro irrigado em Campinas-SP. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.5, n.3, p.143-152, 2011.

BOAS, R. C. V.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA JUNIOR, J. A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4, p.781-788, 2011.

CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; SILVA, E. C. Estação chuvosa e de cultivo para a região de Rio Largo, Alagoas baseada em métodos diretos e sua relação com o El Niño – Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.28, n.2, p.192-198, 2013.

FERREIRA, V. M.; MAGALHÃES, P. C.; FREDERICO O. M. DURÃES, F. O. M.; CARLOS ALBERTO VASCONCELLOS, C. A.; ARAUJO NETO, J. C. Acúmulo e distribuição de macronutrientes em dois híbridos duplos de milho, em função da disponibilidade de água no solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v.7, n.1, p.1-17, 2008.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2005. 519p.

FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1993. 43p. (Série Didática, 6).

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S. Comparação da evapotranspiração real simulada e observada em uma bacia hidrográfica em condições naturais de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.33-41, 2001.

KANG, S.; SHI, W.; ZHANG, J. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. **Field Crops Research**, v.67, p.207–214, 2000.

OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M. da; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**. v.42, n.4, p.872-882, 2011.

RESENDE, M.; FRANÇA, G. E.; COUTO, L. Cultivo do milho irrigado. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000**. 39p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 6).