



EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO FEIJÃO *VIGNA* DE COR PRETA

Benito Moreira de Azevedo¹, Carlos Newdmar Vieira Fernandes¹, Josildo Alves Pinheiro¹, Erlanysen Sampaio Braga¹, André Rufino Campêlo¹, Thales Vinícius de Araújo Viana¹, Luís de França Camboim neto¹, Albanise Barbosa Marinho².

¹ Universidade Federal do Ceará

² Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

RESUMO

Este trabalho foi conduzido na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará, situado no município de Fortaleza, Ceará. O objetivo do experimento foi avaliar diferentes lâminas de irrigação num sistema de irrigação por gotejamento. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por lâminas de irrigação, na cultura do feijão caupi, equivalentes a 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação de água ocorrida em um tanque Classe "A". A produtividade do feijão caupi respondeu significativamente às diferentes lâminas aplicadas, com média de 1.899,60 kg ha⁻¹. A produtividade ótima estimada foi de 2.194 kg ha⁻¹ para uma lâmina estimada de 93% da ECA. Tanto o déficit quanto o excesso de água afetaram a produtividade e os diâmetros equatorial e polar das sementes.

Palavras-chave: Manejo da irrigação, *Vigna unguiculata*, Tanque Classe A.

ABSTRACT

This work was driven in the experimental area of the Laboratory of Hydraulics and Irrigation of the Federal University of Ceará, located in the municipal district of Fortaleza, Ceará, Brazil. The objective of the experiment was to evaluate different irrigation sheets in a system for leak. The experiment was installed in the design in blocks randomized, with six treatments and four repetitions. The treatments were constituted by equivalent irrigation sheets to 25, 50, 75, 100, 125 and 150% of the (ECA) evaporation of water happened in a tank class "A". The productivity of the bean caupi answered significantly to the different applied sheets, with average of 1.899,60 kg ha⁻¹. The dear great productivity was of 2.194 kg ha⁻¹ for a dear sheet of 93% of ECA. As much the deficit as the excess of water they affected the productivity and the diameters equatorial and polar of the seeds.

Key words: Irrigation management, *Vigna unguiculata*, Class A pan.

INTRODUÇÃO

O feijão vigna (*Vigna unguiculata* L Walp.) é uma das culturas mais importantes das regiões Norte e Nordeste do Brasil, por desempenhar importância fundamental no contexto socioeconômico das famílias de baixa renda que vivem nestas regiões. Os grãos de feijão fornecem alimento de alto valor nutritivo, por apresentar alto conteúdo protéico, além de o seu cultivo participar da geração de emprego e renda (Souza, 2005).

A cultura do feijão caupi é cultivada em todo o Território Nacional, sendo que os estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás são responsáveis por, cerca de, 64,2% do total produzido no País. Na região Nordeste, o estado da Bahia é o maior produtor de feijão, tendo produzido no ano de 2006 558.857 toneladas do grão com rendimento médio de 562 kg ha⁻¹, o Ceará vem logo em seguida com uma produção de 253.258 toneladas e rendimento médio de 462 kg ha⁻¹, no

mesmo ano a produção nacional foi de 3.457.744 toneladas, atingindo um rendimento médio de 857 kg ha⁻¹ (IBGE, 2006).

O baixo uso de tecnologia, a possibilidade de ocorrência de déficit hídrico e a suscetibilidade a pragas e doenças são alguns dos fatores que fazem do feijão uma cultura de risco. Por isso, em alguns anos, a produção é alta e, em outros, há quebras de safras. Todavia, a diversidade fisiográfica do País e a adaptação do feijoeiro a diversas condições de clima e solo tornam possível explorar a cultura em três épocas diferentes, no mesmo ano, reduzindo os intervalos de entressafra e aumentando a estacionalidade dos preços ao longo do ano (Fuscaldi & Prado, 2005).

A deficiência de água é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de elevadas produtividades de grãos de feijão caupi, sendo que a duração e a época de ocorrência do déficit hídrico afetam em maior ou menor intensidade o rendimento dessa cultura. Por isso, no Brasil, pode-se observar uma grande variação na produção de um ano para outro. Nascimento *et al.* (2004) ressaltam a importância de se conhecer a resposta da cultura ao déficit hídrico quando se busca produtividade, sendo importante também saber a relação entre o consumo de água e a produtividade.

Para Silveira & Stone (2001), o déficit hídrico afeta, praticamente, todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das culturas, bem como a do feijoeiro, reduzindo a área foliar (menor crescimento ou até a morte das folhas), diminuindo a fotossíntese (em função da menor área foliar, ao murchamento e enrolamento de folhas e ao fechamento de estômatos), afetando vários outros processos, tais como: brotação, polinização, absorção de nutrientes e translocação de fotossintatos.

A fase da planta mais sensível à deficiência de água é a reprodutiva, sendo altamente vulnerável desde o início da floração até o início da formação das vagens (Fageria *et al.*, 1991).

A agricultura irrigada tem sido importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas (Mantovani *et al.*, 2007). Por meio da irrigação é possível suprir a quantidade de água para o

adequado crescimento e desenvolvimento dos mais diversos cultivos.

O sistema de irrigação por gotejamento, desenvolvido em Israel na década de 60, surgiu com o intuito de irrigar pequenas áreas (NOGUEIRA & GORNAT, 1990). Posteriormente, este sistema expandiu-se para todo o mundo, nas mais diversas culturas economicamente rentáveis (SOUZA; MATSURA, 2004), e no Brasil o primeiro relato desse sistema foi em 1972 (COSTA *et al.*, 1994).

A irrigação por gotejamento consiste na aplicação de pequenas quantidades de água diretamente na zona radicular das plantas, pela fonte pontual ou linha de gotejadores sobre ou abaixo do solo, com pressões de operação, cuja variação se encontra entre 20 a 200 kPa e baixa vazão, de 1 a 30 L h⁻¹ (AZEVEDO, 1986).

O manejo da irrigação envolve a tomada de decisão sobre quando irrigar e quanto de água aplicar, sendo a estimativa desses parâmetros de grande importância para evitar a redução nos rendimentos, provocada pelo excesso ou déficit de umidade no solo, salinização, devido à drenagem deficiente, e compactação por excesso de umidade durante as operações de preparo do solo (Silva *et al.*, 1981).

O suprimento adequado da lâmina de irrigação possibilita à planta manter um fluxo contínuo de água e nutrientes do solo para as folhas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação da planta, o que acarretará em aumento da produtividade (Coelho, 2003).

Uma das principais causas do insucesso de muitos projetos de irrigação tem sido a falta de um manejo adequado. Geralmente, por desconhecimento ou por falta de assistência técnica ou por ambos os fatores, o produtor ou irrigante normalmente não dá muita importância a essa prática de forma tecnificada. O manejo da irrigação constitui uma técnica muito importante do ponto de vista econômico e ambiental numa atividade agrícola. E, por meio de um manejo adequado da irrigação, pode-se economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto. Com o planejamento e manejo adequado da irrigação e de outras práticas culturais, pode-se programar a produção de algumas culturas e alcançar melhores preços na entressafra (Resende & Albuquerque, 2002).

Existem diferentes métodos de manejo de irrigação, sendo os mais utilizados aqueles baseados no solo ou em dados climáticos, podendo-se

também empregar combinações entre estes. O método de manejo pelo tanque Classe "A" apresenta facilidade de operação, custo relativamente baixo e, principalmente, a possibilidade de instalação próxima à cultura a ser irrigada (Volpe & Churata-Masca, 1988), além dos resultados satisfatórios para a estimativa da demanda hídrica das culturas (Sediyama, 1987; Klar, 1991; Bastos, 1994).

Nesse aspecto, teve-se como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na cultura do feijão vigna de cor preta em função da lâmina de água evaporada no tanque Classe "A".

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará no município de Fortaleza, Ceará. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 3°44'S, longitude de 38°33' W e 19,5m de altitude. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2006 a janeiro de 2007.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw', tropical chuvoso, caracterizado por apresentar chuvas no verão e período seco no inverno. Os dados climáticos do período de execução do experimento foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, situada na adjacência da área experimental.

O solo da área, segundo a EMBRAPA (2006), foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, ou seja, solo com horizonte B textural, com argila de baixa atividade.

A cultura utilizada foi o feijão (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), de cor preta. As sementes foram adquiridas junto ao Laboratório de Análises de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

No preparo do solo, para instalação do experimento, foram realizadas uma aração e duas gradagens, sendo a última delas na direção do plantio, obtendo-se assim um melhor destorroamento do solo da área a ser cultivada.

A adubação de fundação foi realizada de acordo com a análise de solo e seguindo a recomendação de adubação dos solos do Ceará, para o feijão irrigado, com doses 20-50-20 kg ha⁻¹ de N - P₂O₅ - K₂O. (Aquino *et al.*, 1993). A adubação nitrogenada foi realizada em três parcelas: 1/3 no plantio, juntamente com o adubo fosfatado e o

potássico, 1/3 aos 20 dias após a germinação e o restante no período de floração.

A aplicação de água, para suprir as necessidades hídricas da cultura, foi realizada por meio de um sistema de irrigação por gotejamento. Esse sistema era constituído por uma linha principal de tubulação PVC com 50 mm de diâmetro nominal e 10 m de comprimento, contendo no início um cabeçal de controle composto por: bomba auxiliar para fertirrigação, manômetro de glicerina, filtro de disco e registros para controle da pressão e acionamento da bomba auxiliar.

As linhas de derivação, em um total de quatro, foram compostas de mangueira de polietileno com 25 mm de diâmetro nominal, com 40 m de comprimento, espaçadas 5 m, cada uma delas possuía no início um registro de mesmo diâmetro utilizado para o controle da pressão do sistema.

De cada uma das linhas de derivação saíam 40 linhas laterais de mangueira gotejadora de 4 m de comprimento, com gotejadores espaçados de 0,5 m e diâmetro de 16 mm, espaçadas 1 m, tendo no início de cada linha um registro de mesmo diâmetro para o controle das irrigações.

O sistema de irrigação possuía as seguintes características hidráulicas: tubo gotejador autocompensante com gotejadores espaçados entre si em 0,5 m; vazão média de 2,0 L h⁻¹ e pressão de serviço de 1,0 Kgf cm⁻².

Após a instalação do sistema de irrigação na área experimental, foram realizados, a priori, testes de uniformidade de distribuição de água do sistema, por meio do coeficiente de uniformidade de Christiansen (1942), obtendo-se CUC igual a 90%, caracterizando, dessa forma, um sistema com boa uniformidade de aplicação de água.

O plantio foi realizado em covas com espaçamento de 1,0 m entre fileiras e de 0,50 m entre plantas, com duas plantas por cova.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com os seis tratamentos distribuídos em quatro blocos (repetições), totalizando 24 unidades experimentais. Cada parcela era composta de uma linha lateral de 4 m² sendo 2,5 m² de área útil com 10 plantas e 1,5 m² de bordadura com 6 plantas, as 16 linhas laterais restantes em cada linha de derivação foram distribuídas como bordaduras assim como as duas linhas de derivação localizadas nos lados externos da área.

Os tratamentos foram compostos por seis níveis de irrigação correspondentes a diferentes percentuais da lâmina de água evaporada no tanque Classe "A" (ECA): L1 (25%ECA), L2 (50%ECA), L3 (75%ECA), L4 (100%ECA), L5 (125%ECA), L6 (150%ECA).

Até o 14º dia após o plantio (DAP), o manejo da irrigação foi realizado com base na evapotranspiração da cultura (ETc) utilizando-se o Kc da cultura para o referido estágio de desenvolvimento (Kc = 0,81) (SOUZA; BEZERRA; TEÓFILO, 2005) e a evapotranspiração de referencia (ETo) com base no tanque Classe "A".

Os tratamentos foram diferenciados a partir do 15º DAP, ocasião em que as lâminas passaram a ser baseadas na evaporação do tanque Classe "A", de acordo com os tratamentos propostos na pesquisa.

As irrigações eram feitas diariamente, sendo o controle da lâmina de irrigação realizado por meio do tempo, que era calculado utilizando-se a Equação 01.

$$T = \frac{ECA * A * P}{E_a * q_g}$$

(01)

Sendo:

T = Tempo de irrigação (h);

ECA = Evaporação de água no tanque Classe "A" (mm);

A = Área ocupada por cada emissor (m²);

P = Percentual da ECA aplicado em cada tratamento (%);

Ea = Eficiência do sistema de irrigação (90%); e

q_g = Vazão do emissor (L h⁻¹).

As variáveis da cultura que foram analisadas são as seguintes: número de vagens por parcela, comprimento e peso da vagem, número de sementes por vagem e produtividade, obtidas em três colheitas que foram realizadas no 68º DAP; no 75º DAP e no 85º DAP.

Os valores obtidos para cada variável analisada foram processados da seguinte forma: a produtividade foi obtida a partir do peso total das sementes das três colheitas; o peso das vagens era obtido, após cada colheita, efetuando-se a pesagem de todas as vagens de cada repetição; o número de vagens por parcela era obtido pela soma das vagens de todas as plantas da parcela e o comprimento da vagem foi medido com o auxílio de um paquímetro digital.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância e análises de regressão, utilizando para tal o programa computacional SAEG/UFV e a planilha eletrônica Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do início ao final do experimento, as plantas receberam as seguintes lâminas de irrigação: 223,91; 359,53; 495,16; 630,78; 766,41 e 902,03 mm de água, correspondendo, respectivamente, a 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação de água ocorrida no tanque Classe "A" (Tabela 1).

A análise de variância apresentada na Tabela 2 indica que houve efeito significativo, ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F, para as variáveis: peso da vagem, comprimento da vagem e produtividade do feijão vigna de cor preta, em função das diferentes lâminas de irrigação testadas nessa pesquisa. Entretanto, para as variáveis: número de vagens e número de sementes por vagem, não houve influência significativa das lâminas de irrigação.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios das variáveis analisadas em função dos níveis de irrigação testados: 25; 50; 75; 100; 125 e 150% da ECA. Embora alguns valores não tenham apresentado diferença significativa, em termos absolutos nos níveis mais baixos e mais altos de irrigação, houve uma redução em todas as variáveis estudadas. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que tanto a deficiência quanto o excesso hídrico afetam o comportamento dos cultivos em seus diferentes estádios fenológicos.

O peso médio das vagens secas foi de 2,86 g, sendo o maior valor obtido igual a 3,13 g com a lâmina de irrigação de 766,41 mm, que corresponde ao tratamento 125%ECA. Já o menor peso de vagem seca foi de 2,71 g para a lâmina de 902,03 mm (150%ECA). Observa-se que tanto a deficiência hídrica como o excesso de água causaram redução do peso das vagens. Embora tenha havido efeito significativo, não foi possível ajustar um modelo matemático para relacionar o peso das vagens secas com as lâminas de irrigação.

Para as variáveis: número de vagens e número de sementes por vagem, mesmo não apresentando diferença significativa, observa-se que houve uma variação de acordo com a quantidade de água aplicada na cultura, sendo apresentando valores mais baixos nos tratamentos com excesso e déficit de irrigação. Stone & Moreira (2001) verificaram que a resposta do número de

vagens por planta e o número de grãos por vagem, às lâminas de água foi quadrática, indicando que mesmo um estresse hídrico de pequena intensidade na fase vegetativa já induz um reflexo negativo.

O comprimento médio das vagens foi de 20,47 cm. A análise de regressão do comprimento das vagens em função das lâminas de irrigação indicou ter havido efeito significativo dos níveis de irrigação. Entretanto, não foi possível ajustar um modelo matemático para estimar o comprimento em função das lâminas testadas.

A produtividade média do feijão caupi foi de, aproximadamente, 1.900 kg ha⁻¹, com valores variando de 1.529 a 2.251 kg ha⁻¹, para os níveis de irrigação de 25 e 75% da ECA, respectivamente. Os valores estão bem acima da média encontrada na literatura para a cultura, de 1.000 a 1.300 kg ha⁻¹ (Freire Filho *et al.*, 2005). Andrade Júnior *et al.* (2002) obtiveram rendimentos, também acima da média, de 2.800 e 2.100 kg ha⁻¹ para as cultivares de feijão caupi, BR-17 Gurguéia e BR-14 Mulato, respectivamente, em experimento realizado no litoral piauiense.

Os valores de produtividade mais baixos encontrados para as condições de déficit e saturação hídrica podem ser explicados pelo fato da deficiência hídrica provocar alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta, enquanto que a saturação hídrica do solo, aplicada às leguminosas, prejudica o desenvolvimento das raízes e da parte aérea e também a fixação de nitrogênio pelo sistema radicular, em virtude de reduzir o oxigênio para os nódulos, resultando numa conseqüente redução do número de nódulos por área radicular (De Wit, 1978).

Nascimento *et al.* (2004), avaliando o efeito de diferentes níveis de água disponível no crescimento e produtividade do feijão caupi, observaram que o número de vagens por planta diminuiu com o aumento do estresse hídrico. Para os autores, a redução deste componente parece ser o principal fator de decréscimo na produção de grãos de feijão caupi. Miranda *et al.* (2000) e Nóbrega *et al.* (2004) também verificaram que o aumento do estresse hídrico promoveu uma redução na produtividade do feijão cultivar carioca, nas condições de solo do cerrado e do agreste paraibano, respectivamente.

A produtividade do feijão é bastante afetada pelas condições hídricas prevaletentes. O

rendimento da cultura foi influenciado pelas lâminas de irrigação utilizadas nos tratamentos aplicados. A análise da regressão da produtividade em função dos níveis de irrigação foi ajustada a um modelo polinomial quadrático, com R² de 0,893 (Figura 1). A produtividade ótima estimada foi de 2.190 kg ha⁻¹, para uma lâmina estimada de 592 mm de água. Verificou-se que tanto o déficit quanto o excesso hídrico proporcionaram uma menor produção de grãos durante o ciclo da cultura.

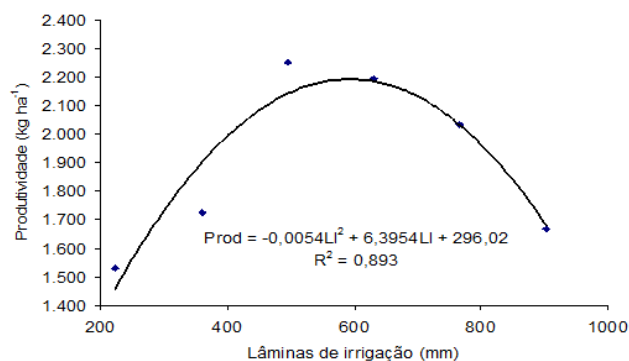


Figura 1 – Produtividade do feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2006-2007.

A deficiência ou excesso hídrico, nas diferentes fases do ciclo da cultura, podem causar redução na produtividade. A fase de pré-florescimento ou início da fase reprodutiva é considerada uma das mais críticas à deficiência de água. Em decorrência de um possível estresse hídrico, pode haver a suspensão brusca da emissão de novas folhas nas plantas, com perdas de produtividade de 15 a 30% (Fancelli e Dourado Neto, 1997).

Resende *et al.* (1998) relataram que plantas submetidas a déficit hídricos reduzem a turgescência e, conseqüentemente, a expansão celular, o que promove redução no alongamento do caule e da folha. Para Babalola (1980), a translocação de fotoassimilados para as raízes é comprometida em condições de déficit hídrico, afetando diretamente o crescimento das plantas. Já, para Leite *et al.* (1999), considerando que as folhas são os centros de produção da fotossíntese e que o resto da planta depende da exportação de material assimilado da folha para outros órgãos da planta de feijão caupi, o estresse hídrico nesta cultura, compromete tal exportação, contribuindo para decréscimos de seu crescimento e da produção.

Segundo Guimarães (1988), a intensidade dos danos provocados pelo estresse hídrico

depende da duração, intensidade, freqüência e época de sua ocorrência. Em sementes, a deficiência hídrica provoca redução da germinação; no período vegetativo, ocorre, além de outros efeitos, a redução de área foliar (menor crescimento ou até morte das folhas), diminuindo a fotossíntese (em função da menor área foliar, ao murchamento e enrolamento e ao fechamento de estômatos), afetando vários outros processos, tais como: brotação, polinização, absorção de nutrientes e translocação de fotossintatos; durante a floração provoca abscisão de flores, com conseqüente redução do número de vagens por planta e, no enchimento de grãos, reduzindo o número de grãos e o peso das vagens (Silveira e Stone, 2001). Carvalho *et al.* (2000), por sua vez, constataram queda na produção de 32 a 100%, relativos aos níveis de 80 e 20% de água consumida, respectivamente, em relação à testemunha (reposição de 100% de água consumida).

Andrade Junior *et al.* (2002), em experimento com o feijão caupi BR 14 Mulato sob diferentes lâminas de irrigação, verificaram que nas menores e maiores lâminas houve uma queda tanto no número de vagens quanto na produtividade com comportamento quadrático. Carvalho *et al.* (2000), Stone e Moreira (2001) e Nóbrega *et al.* (2004) verificaram que os rendimentos de grãos e de vagens por planta foram reduzidos com o aumento do déficit hídrico, independentemente da etapa fenológica em que esse ocorreu.

CONCLUSÕES

Os resultados dos experimentos permitiram concluir que a produtividade do feijão vigna, de cor preta, respondeu significativamente às diferentes lâminas de irrigação, com melhor resposta para a lâmina estimada de 592 mm de água, com produtividade média de 2.190 kg ha⁻¹.

Tabela 1 – Lâminas de irrigação aplicadas na cultura do feijão vigna de cor preta para cada tratamento, Fortaleza, Ceará, 2006-2007.

Lâmina aplicada (mm)	Tratamentos (% da ECA)					
	25	50	75	100	125	150
0 – 14 DAP	88,28	88,28	88,28	88,28	88,28	88,28
15 - 84 DAP	135,63	271,25	406,88	542,5	678,13	813,75
Total	223,91	359,53	495,16	630,78	766,41	902,03

Tabela 2 – Resumo da análise de variância do peso das vagens (PV), número de vagens por parcela (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento da vagem (CV), e produtividade, em função das lâminas de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2006-2007

Variável	FV	GL	QM	F
PV	Lâmina	5	0,074	4,914*
	Bloco	3	0,009	0,624 ^{ns}
	Resíduo	15	0,015	
NV	Lâmina	5	17,52	0,872 ^{ns}
	Bloco	3	5,239	0,261 ^{ns}
	Resíduo	15	20,11	
NSV	Lâmina	5	6,797	1,038 ^{ns}
	Bloco	3	7,926	1,210 ^{ns}
	Resíduo	15	6,548	
CV (cm)	Lâmina	5	1,757	5,157*
	Bloco	3	0,161	0,471 ^{ns}
	Resíduo	15	0,341	
PROD (kg ha ⁻¹)	Lâmina	5	359.172	5,452*
	Bloco	3	91.582	1,390 ^{ns}
	Resíduo	15	65875	

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3 – Valores médios do peso (PV) e número de vagens por parcela (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento das vagens (CV) e produtividade (PROD) do feijão caupi de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2006-2007.

Lâmina aplicada (mm)	PV (g)	NV	NSV	CV (cm)	PROD (kg ha ⁻¹)
223,91	2,83	21,4	16,60	20,68	1.529,2
359,53	2,73	23,5	16,60	20,67	1.725,1
495,16	2,89	26,0	16,62	20,40	2.251,1
630,78	2,86	26,2	19,53	20,45	2.192,3
766,41	3,13	21,5	18,03	21,30	2.033,2
902,03	2,71	23,4	16,06	19,28	1.666,7
Média	2,86	23	17,24	20,47	1.899,6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JUNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N., FRIZZONE, J. A. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, 2002, p. 17-20.
- AQUINO, A. B; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I. da; UCHOA, S. C. O.; FERNANDEZ, V. L. B. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza: UFC, 1993, 248 p.
- AZEVEDO, H. M. Irrigação localizada. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, p. 40-53, 1986.
- BABALOLA, O. Water relations of three cowpea cultivars [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Plant and Soil*, [S.l.], v. 56, 1980, p. 59-69.
- BASTOS, E.A. Determinação dos coeficientes de cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). 1994. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.
- CARVALHO, J. de A. ; PEREIRA, G. M.; ANDRADE, M. J. B.; ROQUE, M. W. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Revista Ciência Agrotécnica*, v. 24, n. 3, 2000, p. 710-717.
- COELHO, A. M. Fertirrigação em culturas anuais produtoras de grãos. In: *Revista Trimestral da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem - ABID*. 2003.n.58, p. 44-54.
- CHRISTIANSEN, J.E. Irrigation by sprinkling. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1942. 124p (Bulletin, 670).
- DE WIT, M.C. Metabolic adaptation to anoxia. In: HOOK, D.D., CRAWFORD, E.M.M. *Plant life in anaerobic environments*. Michigan : Ann Arbor Science, 1978, p. 333-350.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES C.A. Common bean and cowpea. In: FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A (Ed.). *Growth and mineral nutrition of field crops*. New York: M. Dekker, 1991, p. 280-318.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Estresses de água e temperatura na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo*. Piracicaba: Publique, 1999. p. 155-169.
- FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J. A de A; RIBEIRO, V. Q. *Feijão-caupi: Avanços tecnológicos*. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. 519p.
- FUSCALDI, K. da C.; PRADO, G. R. Análise econômica da cultura do feijão. *Revista de Política Agrícola*. Ano XIV - Nº 1 - Jan./Fev./Mar. 2005. p. 17-30.
- GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. de O. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa do potássio e do fosfato, 1988, C. 2, p. 157-174.

15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2006, v. 32. 101 p..
16. KLAR, A.E. Irrigação: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.
17. KOPPEN, W. Dieklimate dererde-grundrib der kimakunde. Berlin:Walter de gruy-ter verlag, 1923.
18. LEITE, M. L.; RODRIGUES, J. D.; MISCHAN, M. M.; VIRGENS FILHO, J. S. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi [Vigna unguiculata (L.) Walp], cv. EMAPA-821. II – Análise de Crescimento. Rev. de Agricultura, Piracicaba, v. 74, n. 3, 1999, p. 351-370.
19. MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: Princípios e Métodos. 2ª Ed., Viçosa: Ed. UFV, 2007. 358 p.
20. MIRANDA, L. N. de; AZEVEDO, J. A. de; MIRANDA, J. C. C. de. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solo de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n. 4, 2000, p. 703-710.
21. NASCIMENTO, J.T.; PEDROSA, M.B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. Horticultura Brasileira, v.22, n.2, 2004, p.174-177.
22. RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de Métodos e Estratégias de Manejo de Irrigação, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Sagoas. 2002, 10 p. (Circular Técnica 19).
23. RESENDE, M.; HENDERSON, D. W. FERERES, E. Frequência de irrigação e produção de feijão Kidney. Pesquisa Agropecuária Brasileira., Brasília, v. 16, n. 3, p. 363-370, 1981. REVISTA A GRANJA. [S.l.], mai. 1998.
24. NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES FILHO, J. Avaliação do efeito do estresse hídrico no rendimento do feijoeiro por sensoriamento remoto termal. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 12, n. 2, 2004, p. 299-305.
25. NOGUEIRA, L. C.; GORNAT, B. Desempenho do gotejador autocompensante. Ítem, n.22, 1990, p.22-28.
26. SEDIYAMA, G. C. Necessidades de água para os cultivos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO SUPERIOR . Curso de Engenharia de Irrigação. Brasília, 1987. 413 p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, módulo 4).
27. SILVA, M.A.; CHOUDHURY, E.N.; GUROVICH, L.A.; MILLAR, A.A. Metodologia para determinar as necessidades de água das culturas irrigadas. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1981. 85 p. (Boletim de Pesquisa, 4).
28. SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Irrigação do feijoeiro. Santo Antonio do Goiás, Embrapa, 2001, 228 p.
29. SOUZA, R. F. de. Dinâmica de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica, cultivados com feijoeiro. 2005. 141f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.
30. STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 36, n.3, 2001, p. 473-481.
31. VOLPE, C.A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Manejo da irrigação em hortaliças: método do tanque Classe A. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 19 p.