

Desenvolvimento vegetativo e rendimento de duas cultivares de feijão-caupi com lâminas de irrigação

Gonçalves Dauala Albino¹, Alexandre Swarowsky², Richard Alberto Rodríguez Padrón³, Cicero Urbanetto Nogueira⁴, Helena Maria Camilo de Moraes Nogueira⁴, Geraldo José Rodrigues¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciência Rural, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, Brasil.

²Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, Brasil.

³Universidad de la República - Uruguay, Departamento del Agua, CENUR-Litoral Norte.

⁴Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Email autor correspondente: goncalvesdauala07@gmail.com

Artigo enviado em 20/03/2017, aceito em 10/12/2017.

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e o rendimento em duas cultivares de feijão-caupi com lâminas de irrigação. Os tratamentos de irrigação consistiram na aplicação das lâminas de: 25, 50, 75 e 100% da evapotranspiração da cultura e a testemunha (sem irrigação). As cultivares utilizadas foram BRS Potengi e BRS Novaera. O delineamento experimental foi em bloco ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo a parcela principal constituída pelas lâminas de irrigação e a sub parcela pela cultivares. O sistema de irrigação foi gotejamento, com o espaçamento entre emissor de 0,2 m e vazão de 1,2 L h⁻¹. A evapotranspiração de referência foi calculada pela equação de Penman-Monteith/FAO e a evapotranspiração da cultura pelo método de coeficiente de cultivo simples. Avaliaram-se: altura de planta (cm), área foliar (cm²), massa seca da parte aérea (g), número de vagens por planta, comprimento de vagem (cm), número de grão por vagem, massa de 100 grãos e rendimento dos grãos secos. As lâminas de irrigação não influenciaram os parâmetros de crescimento, os componentes de produção e o rendimento. Os cultivares BRS Novaera e BRS Potengi apresentaram rendimento de 1.559 kg ha⁻¹ e 1.505 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, manejo da irrigação, gotejamento.

Vegetative growth and yield of two cowpea cultivars with irrigation depths

Abstract: This study aim to evaluate the vegetative growth and yield in two cowpea cultivars with irrigation depths. Irrigation treatments were: 25, 50, 75 and 100% of crop evapotranspiration and control (no irrigation). The cultivars were BRS Potengi and BRS Novaera. The experimental design was a randomized complete block, with split plots and four replications, the main plots consists of the irrigation depths and sub plots by cultivars. Drip irrigation system used, with the spacing between emitter 0.2 m and flow 1.2 L h⁻¹. The reference evapotranspiration was calculated by Penman-Monteith/FAO and the crop evapotranspiration by single crop coefficient method. The variables evaluated were: plant height (cm), leaf area (cm²), dry mass of the aerial part (g),

number of pods per plant, pod length (cm), number of grain per pod, weight of 100 grains and yield of dry beans. The irrigation depths did not influence the growth parameters and yield. The BRS Novaera and BRS Potengi cultivars showed yield 1,559 kg ha⁻¹ and 1,505 kg ha⁻¹, respectively.

Keywords: *Vigna unguiculata*, irrigation management, drip irrigation.

Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e a sua produção se concentra nas regiões Nordeste e Norte com cerca de 1,2 milhão e 55, 8 mil hectares respectivamente, onde é usado principalmente na alimentação humana (SINGH et al., 2002 e FREIRE FILHO et al., 2011), sendo os maiores produtores os estados do Piauí, Ceará, Bahia e Maranhão (FREIRE FILHO et al., 2011). Nas regiões tropicais e subtropicais da África e América do Sul é uma leguminosa importante para a segurança alimentar. Os maiores produtores e consumidores mundiais da cultura são Nigéria, Níger e Brasil (SINGH et al., 2002). No Rio Grande do Sul, a produção da cultura concentra-se nos municípios de São José do Norte, Tavares, Mostardas e Rio Grande (BEVILAQUA et al., 2007).

A cultura caracteriza-se por apresentar excelente capacidade de adaptação à seca. A redução da área foliar e fechamento dos estômatos são os principais mecanismos morfofisiológicos apresenta pelo feijão-caupi em ambiente de déficit hídrico, associado ao desenvolvimento profundo de sistema radicular (MENDES et al., 2007). Os estádios de floração e enchimento de grãos são os mais críticos a restrição hídrica (FERREIRA et al., 1991). A sua exigência hídrica varia de 300-450 mm/ciclo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002a). As lâminas de irrigação para obtenção da máxima produtividade variam de 370-570 mm, com reflexo direto na produtividade de grão de

1.376 a 2.905 kg ha⁻¹ (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002b).

O consumo humano, do feijão-caupi, pode ser na forma fresca como folhas, vagens, grão e, em grão seco (ARAÚJO et al., 1984 e QUIN, 1997). Além do consumo humano a cultura pode ser usada como forragem verde, feno, ensilagem e ração (ARAÚJO et al., 1984). Também pode ser utilizado na proteção do solo, sobretudo, para a erosão, adubação verde e rotação de culturas visando à recuperação da fertilidade dos solos (ARAÚJO et al., 1984; BEVILAQUA e ANTUNES, 2009).

A cultura apresenta níveis significativos de proteínas nos seus grãos frescos (3,4%), secos (23-25%), nas suas folhas, vagens frescas (4,2 e 3,4%); carboidratos (62%) (IITA, 2015; QUIN, 1997 e SINGH et al., 2002). Constitui ainda uma excelente fonte de vitaminas (tiamina e niacina) e de minerais como ferro e fósforo (SINGH et al., 2002). A proteína dos seus grãos secos é rica em lesina e outros aminoácidos essenciais, mas pobre em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) que são ricos nos cereais (NNANNA e PHILLIS, 1989). Assim a cultura constitui uma fonte importante na dieta humana quando combinada com cereais (SINGH et al., 2002).

Apesar da importância da cultura no país, ainda apresenta relativamente baixa produtividade média de grãos secos, próximo a 365 kg ha⁻¹. A principal causa desta baixa produtividade está relacionada ao fornecimento inadequado de água por irrigação e chuva, durante as fases vegetativa e reprodutiva da cultura (ANDRADE

JÚNIOR et al., 2002b). Neste contexto é importante estabelecer estratégias no manejo da irrigação para o fornecimento das condições hídricas da cultura. Em função do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e o rendimento em duas cultivares de feijão-caupi com lâminas de irrigação.

Material e Métodos

O ensaio foi realizado no período de dezembro de 2014 a março de 2015, na área experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria localizado na latitude 29°41'25" S; longitude 53°48'42" W e altitude de 110 m. O solo predominante

na região denomina-se como Argissolo amarelo distrófico típico de textura franca (STRECK et al., 2008). O clima na região é subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen-Geiger. A temperatura e a precipitação média anual é de 18,8 °C e 1.617 mm, respectivamente. O climograma durante o período do ensaio, se amostra na Figura 1. A precipitação acumulada foi de 747,4 mm, sendo o mês de dezembro o de maior, a maior temperatura máxima média foi no mês de janeiro e a mínima média no mês de março. A temperatura máxima média e mínima média oscilaram em 4,0 e 5,5 °C, respectivamente.

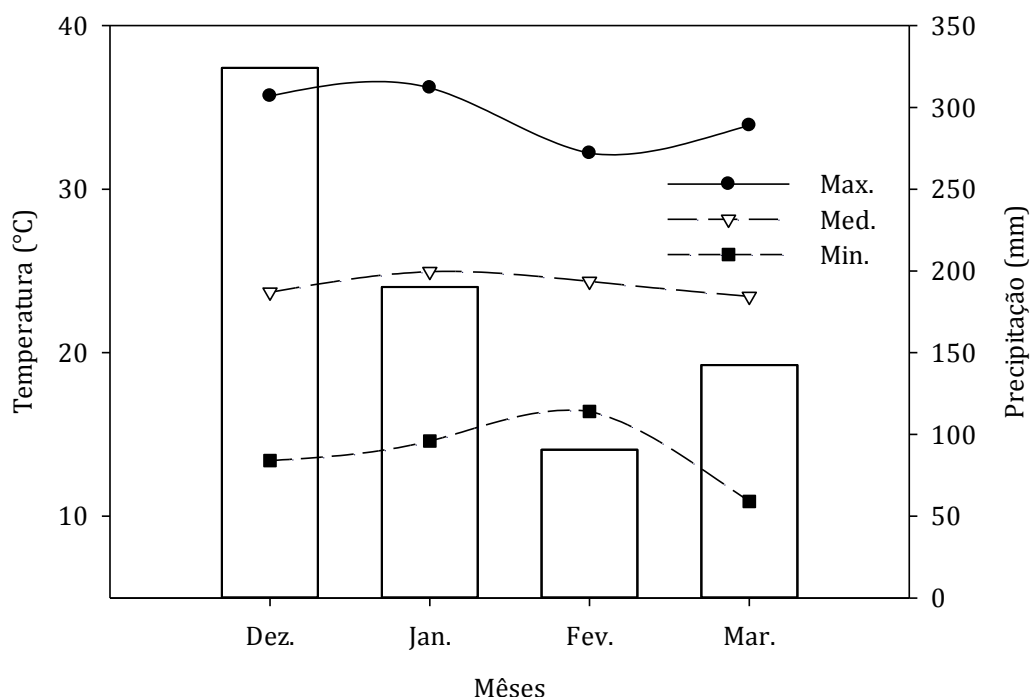


Figura 1. Climograma durante o período do ensaio.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, sendo a parcela principal a lâmina de irrigação e as sub parcelas as cultivares, com quatro repetições. Os tratamentos de irrigação consistiram na aplicação das lâminas de: 25, 50, 75 e 100% da evapotranspiração da cultura e

a testemunha (sem irrigação). As cultivares foram BRS Potengi e BRS Novaera. A semeadura foi realizada no dia 23 de dezembro de 2014, com espaçamento entre planta de 0,4 m e entre linhas de 0,5 m. A parcela principal foi constituída de 5,2 m de comprimento e 1,5 m de largura (7,8 m²) e as sub

parcelas de 2,5 m de comprimento e 1,5 m de largura (3,75 m²). Cada sub parcela foi constituída por quatro linhas e a área útil formada por duas fileiras centrais.

O sistema de irrigação utilizado foi gotejamento, com emissores espaçados a 0,2 m e vazão de 1,2 L h⁻¹. A frequência de irrigação estabelecida foi a cada dois dias. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada pelo método de Penman-Monteith/FAO e a evapotranspiração da cultura em condição padrão, os coeficientes de cultura utilizados foram (k_{c inicial}= 0,4; k_{c médio}= 1,5; k_{c final}= 0,35), as fases fenológicas iniciais de 15 dias, desenvolvimento vegetativo de 37 dias; reprodutivo de 18 dias e maturação de 15 dias (ALLEN et al., 1998). Os dados

meteorológicos foram obtidos na estação meteorológica automática da Universidade Federal de Santa Maria localizada aproximadamente 2.000 m da área experimental.

Determinou-se os parâmetros do solo, selecionando-se aleatoriamente pontos de amostragem na área experimental, os quais foram: a análise química e física, a textura, a densidade aparente e a capacidade de campo (Tabela 1). Realizou-se o monitoramento do conteúdo de água no solo na profundidade de 0-0,2 m, utilizando-se reflectometria no domínio do tempo (Modelo: TDR-300) e a calibração foi realizada previamente ao ensaio, dados reportados por (PADRÓN et al., 2015).

Tabela 1. Características química e físicas do solo da área experimental.

Prof. (m)	pH água	Ca	Mg	Al	(H+Al)	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP	MO (%)	S	P-Mehlich
		-----cmol _c dm ⁻³ -----					Al	Base			-----mg dm ⁻³ -----	
0-0,1	5,8	9,7	3,5	0,2	3,9	13,8	1,6	76,1	6,2	3,3	11,0	14,2
0,1-0,3	5,2	8,5	2,4	0,8	6,6	12,0	7,9	63,4	5,8	2,5	7,1	11,5
	Densidade aparente (g cm ⁻³)	Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)		Ponto de murcha (m ³ m ⁻³)		Conteúdo de água (m ³ m ⁻³)		Taxa de infiltração (mm h ⁻¹)		Textura		
0-0,2	1,42	0,31		0,14		0,18				Franca		
0,2-0,4	1,38	0,34		0,17		0,17		15,0		Franco-argilosa		
0,4-0,6	1,36	0,37		0,23		0,13				Argila		

Fonte: (PADRÓN et al., 2015)

Avaliou-se a altura de planta a partir da distância vertical entre a superfície do solo até o ponto de inserção da última folha, em cinco plantas por sub parcela, utilizando-se treina graduada. A massa seca da parte aérea foi determinada em duas plantas por sub parcela, de forma destrutiva submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C durante 72 horas, até atingir massa constante. A área foliar foi estimada segundo a metodologia proposta por (LIMA et al. 2008) (Equação 1), em cinco plantas por sub parcela, selecionando-se aleatoriamente seis folhas em cada

planta do dossel vegetativo. A altura de planta, a massa seca da parte aérea e a área foliar foram realizadas aos 38, 45 e 52 dias após a semeadura, compreendendo a fase vegetativa e início da reprodutiva.

$$AF = \sum_{n=1}^6 (0,6597(C \times L) + 2,1745) \quad (1)$$

sendo: AF= área foliar (cm²); C= comprimento do folíolo central (cm); L= máxima largura do folíolo central (cm); n= número de folhas.

A colheita foi realizada aos 85 dias após a semeadura. Avaliou-se os seguintes parâmetros: O número de

vagens por planta foi determinado selecionando-se aleatoriamente cinco plantas por sub parcela, obtendo a média do número das vagens. O comprimento de vagens, selecionando-se 30 vagens por sub parcela, as medidas foram realizadas com paquímetro digital. O número de grãos por vagem, realizada pela contagem do número de grãos das mesmas vagens da variável anterior. A massa de 100 grãos, selecionando-se aleatoriamente cem grãos em cada sub parcela, utilizando-se uma balança analítica de 0,01 g de precisão. O rendimento foi determinado selecionando-se aleatoriamente cem vagens em cada sub parcela com a debulha manual das vagens, utilizou-se balança analítica de 0,01 g de precisão, realizou-se a correção a 13% do grau de umidade, os valores obtidos foram transformados em kg ha^{-1} .

Aplicou-se calcário antes do início do ensaio com doses de $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ baseado no índice pH-SMP, distribuído ao lanço e incorporado com grade. Também, realizou-se planejamento da adubação baseado de acordo com análise química do solo e seguindo as exigências nutricionais da cultura, com aplicação manual de 100 kg ha^{-1} com a formulação 05-20-20 (N-P-K). A análise estatística foi utilizada o programa SISVAR (FERREIRA, 2011), determinando-se a análise da variância e

comparação de médias com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A evapotranspiração, a lâmina de irrigação aplicada, a precipitação efetiva acumulada e o número de irrigações efetuadas, se mostram na Tabela 2. A distribuição da precipitação e evapotranspiração da cultura acumulada em função das fases fenológicas foram de: 143,2 mm e 20 mm na fase inicial (15 dias); 193,6 mm e 156 mm, durante desenvolvimento vegetativo (37 dias); 74,4 mm e 83 mm, na fase reprodutiva (18 dias) e 16,8 mm e 57 mm, no período de maturação (15 dias). A evaporação acumulada para o período do ensaio foi de 373,44 mm. A irrigação foi suplementar, a precipitação foi superior a lâmina de irrigação aplicada, conseqüentemente foram necessários 9 dias de irrigação. Os resultados diferiram de Bastos et al. (2012); Ramos et al. (2014) que obtiveram: 161, 196, 231 e 275 mm em 25, 50, 75 e 100 % da ETC, respectivamente, em cultivares do feijão-caupi BRS Guariba e BRS Paraguaçu. As diferenças estão associadas à distribuição de precipitação porque os autores ressaltaram que não houve registro de precipitação durante o período experimental, de modo que a resposta produtiva ocorreu apenas em função das lâminas diferenciadas de irrigação.

Tabela 2. A evapotranspiração, a lâmina de irrigação aplicada, a precipitação efetiva acumulada e o número de irrigações efetuadas, em duas cultivares de feijão-caupi, em Santa Maria-RS no período de dezembro até março 2015.

Tratamento (%ETc)	ETc (mm)	Lâmina aplicada (mm)	Número de irrigações (dias)	Precipitação efetiva (mm)
25	79,35	25,42	9	341,55
50	158,71	52,00		
75	238,06	78,59		
100	317,41	105,17		

A altura da planta, área foliar e massa seca da parte aérea de cada cultivar, se mostram na Tabela 3. Esses

parâmetros não apresentaram diferença estatística significativa para todas as datas avaliadas. Os resultados podem

estar associados à ocorrência das precipitações durante a fase inicial e desenvolvimento vegetativo, também podem estar relacionados as características físico hídrica do solo, pela retenção do conteúdo de humidade no perfil do solo (0-0,30 m). Os resultados foram similares aos de (ANDRADE JÚNIOR et al. 2000 e TOUREIRO et al. 2007), que as lâminas de irrigação não influenciaram significativamente na

altura de planta, área foliar e massa seca da parte aérea em cultivares do feijão-caupi, milho e girasol e a interação não foi significativa para nenhuma das variáveis analisadas. Também Mendes et al. (2007) constataram o efeito não significativo na área foliar e na massa seca da parte aérea durante o déficit hídrico na fase vegetativa em cultivares do feijão-caupi.

Tabela 3. Altura da planta, área foliar e massa seca da parte aérea em função as lâminas de irrigação e cultivares do feijão-caupi (BRS Potengi e BRS Novaera), Santa Maria, RS.

Tratamen to	Altura da planta (cm)					
	Dias após da semeadura					
	38		45		52	
	BRS Potengi	BRS Novaera	BRS Potengi	BRS Novaera	BRS Potengi	BRS Novaera
0	46,1	45,2	54,2	51,1	61,1	60,9
25	46,8	47,0	53,9	55,5	61,3	62,7
52	46,8	46,2	54,0	53,4	61,8	61,3
78	46,5	46,9	54,5	56,2	61,6	62,9
100	46,9	46,7	54,6	55,8	61,5	62,9
	Área foliar (cm ²)					
0	389,1	431,5	397,0	445,3	358,8	437,5
25	409,0	396,6	396,8	420,8	376,3	421,3
52	389,4	378,5	363,8	415,5	349,3	406,3
78	401,3	393,9	391,5	427,3	352,0	407,5
100	354,6	399,1	397,5	418,5	361,5	424,5
	Massa seca da parte aérea (g)					
0	20,4	23,6	22,3	30,3	29,4	43,7
25	22,7	26,0	24,4	34,7	29,0	43,6
52	21,3	27,6	28,8	37,3	32,1	44,2
78	22,4	29,3	28,3	37,8	33,3	42,3
100	23,3	26,1	32,7	33,5	29,6	43,2

Mendes et al. (2007) avaliando as relações fonte-dreno em cultivare Epace 10 e Seridó de feijão-caupi submetido ao déficit hídrico durante a fase vegetativa não verificaram diferenças significativas na altura de planta entre as cultivares. A cultivar BRS Novaera apresentou maior área foliar em relação BRS Potengi aos 45 e 52 dias após da semeadura. A diferença está associada à forma do folíolo central de cada cultivar. Costa et

al. (1997), estudando efeito do déficit hídrico na fase vegetativa e reprodutiva encontraram diferenças significativas na área foliar entre as cultivares (Pitiúba, Setentão e Epace-10). A massa seca da parte aérea foi maior na cultivar BRS Novaera. A diferença está associada ao porte de crescimento visto que neste estudo constatou-se que a cultivar BRS Novaera teve tendência semi-prostrada e BRS Potengi semi-ereto.

O número de vagens por planta, o comprimento de vagem, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e o rendimento de cada cultivar, se mostram na Tabela 4. Esses parâmetros não apresentaram diferença estatística significativa. A cultivar BRS Novaera apresentou maior número de vagens por planta, esse resultado pode estar relacionado ao porte de crescimento. Azevedo et al. (2011) e Lima et al.

(2012) avaliando efeito da irrigação na cultivar BRS Tracueteua do feijão-caupi verificaram que o número de vagens por planta não foi influenciado pelas diferentes lâminas de irrigação. Entretanto, Andrade Júnior et al. (2002b) e Oliveira et al. (2011), encontraram diferenças significativas no número de vagens por planta com aplicação da lâmina de irrigação em cultivares do feijão-caupi.

Tabela 4. Número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100G) e produtividade de grão seco (PGS) em função as lâminas de irrigação e cultivares do feijão-caupi Santa Maria, RS.

Cultivar	Tratamento	NVP	NGV	CV (cm)	P100G (g)	PGS (kg ha ⁻¹)
BRS Potengi	0	19,50	14,25	17,99	20,44	1483,76
	25	22,75	15,00	19,61	21,19	1512,70
	50	21,00	15,00	19,09	21,79	1498,44
	75	20,00	15,00	20,55	20,96	1477,01
	100	23,00	15,00	20,01	20,78	1556,06
BRS Novaera	0	26,25	12,00	16,01	20,67	1543,97
	25	26,25	12,00	16,53	20,43	1565,73
	50	27,75	12,25	16,84	20,47	1536,14
	75	28,75	12,25	14,84	20,27	1553,88
	100	29,25	11,75	16,68	20,18	1596,33

A cultivar BRS Potengi apresentou maior comprimento de vagem, esse resultado pode estar relacionado às características genotípicas das cultivares. Andrade Júnior et al. (2002b) e Oliveira et al. (2011) avaliando os efeitos da aplicação de lâminas de irrigação sobre os componentes de produção em cultivares do feijão-caupi (BR-17 Gurguéia, BR-14 Mulato e BRS Novaera) constaram que comprimento de vagem não foi influenciado pelas lâminas de irrigação. No entanto, Nascimento et al. (2004) obtiveram diferenças significativas de níveis de água disponível no solo para o comprimento de vagem em cultivares do feijão-caupi. Segundo Ferreira et al. (1991) esse componente de produção

resiste normalmente às modificações induzidas por estresse ambiental devido a sua característica de alta herdabilidade genética.

O número de grãos por vagem foi maior na cultivar BRS Potengi, essa resposta pode ser relacionada ao comprimento da vagem das cultivares. Oliveira et al. (2011) e Locatelli et al. (2014) avaliando os componentes de produção e produtividade de grão no cultivar BRS Novaera do feijão-caupi, em função as lâminas de irrigação verificaram que as lâminas de irrigação não influenciaram o número de grãos por vagem no cultivar avaliada. Entretanto, Andrade Júnior et al. (2002b) e Tagliaferre et al. (2013) encontraram diferenças significativas no

número de grãos por vagem com aplicação de lâmina de irrigação em cultivares do feijão-caupi.

A massa de 100 grãos foi maior na cultivar BRS Potengi. (LIMA et al. 2012 e RAMOS et al. 2014) estudando os efeitos da aplicação de lâminas de irrigação sobre a produção de grãos e seus componentes em cultivares do feijão-caupi (BRS Tracuateua, BRS Guariba e BRS Paraguaçu) constataram que o peso de 100 grãos não foi influenciado pelas lâminas de irrigação. Oliveira et al. (2011) e Tagliaferre et al. (2013) encontraram efeito significativo no peso de 100 grãos com aplicação de lâmina de irrigação em diferentes cultivares do feijão-caupi. Segundo Mendes et al. (2007), o peso de 100 grãos reflete a relação entre fonte e dreno, quando ela não é reduzida indica que a produção não foi limitada na fonte. De acordo com Ferreira et al. (1991) esse componente de produção é indiretamente influenciado quando ocorrem mudanças no número médio de vagens por planta.

A produtividade de grão seco foi maior na cultivar BRS Novaera, essa resposta pode ser relacionada ao número de vagens por planta. A diferença no rendimento entre o tratamento testemunha (sem irrigação) e lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura foi de 1,4% e 1,0% para cultivar BRS Novaera e BRS Potengi, respectivamente. Andrade Júnior et al. (2000); Lima et al. (2012) e Locatelli et al. (2014) avaliando os efeitos da aplicação de lâminas de irrigação sobre a produção de grãos e seus componentes em cultivares do feijão-caupi (BR-17 Gurguéia, BR-14 Mulato, BRS Tracuateua e BRS Pajeú) verificaram que a produtividade de grão não foi influenciada pelas lâminas de irrigação. Entretanto, Oliveira et al. (2011) e Locatelli et al. (2014) encontraram efeito significativo das

lâminas de irrigação na produtividade de grão para cultivar BRS Novaera do feijão-caupi e obtiveram máxima produtividade de 1420 e 1504 kg ha⁻¹ com lâmina de irrigação de 257 e 199 mm, respectivamente.

Cabe ressaltar que ainda a produtividade de grão obtida nesse estudo foi superior à média nacional de 365,5 kg ha⁻¹ (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002b), similar aos registrados por Ferreira et al. (1991) no cultivar Pitiúba (1565,3 kg ha⁻¹), Locatelli et al. (2014) no cultivar BRS Pajeú (1495,1 kg ha⁻¹) e inferior aos registrados por Andrade Júnior et al. (2002b) no cultivar BR17 Gurguéia (2284,9 kg ha⁻¹) e BR 14 Mulato (1725,6 kg ha⁻¹).

Conclusão

Para as condições climáticas da região e a estratégia de irrigação utilizada, as lâminas de irrigação não influenciaram os parâmetros de crescimento, os componentes de produção e o rendimento nas cultivares do feijão-caupi BRS Novaera e BRS Potengi. Os cultivares BRS Novaera e BRS Potengi apresentaram rendimento de 1.559,21 kg ha⁻¹ e 1.505,59 kg ha⁻¹, respectivamente.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo. Embrapa Meio-Norte pela cedência das sementes da cultivar BRS Novaera e BRS Potengi. Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria pela concessão da área experimental.

Referências

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, p.300,

(Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; RODRIGUES, B.H.N.; BASTOS, E.A. Irrigação. In: Cardoso M.J. (Org.). **A cultura do feijão-caupi no Meio Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.127-154. 2000.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SANTOS, A.A.; SOBRINHO, C.A.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; VIANA, F.M.P.; FREIRE FILHO, F.R.; CARNEIRO, J.S.; ROCHA, M.M.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi**. Teresina PI: Embrapa-Meio Norte, p.110, (Sistema de Produção2). 2002a.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; RODRIGUES, B.H.N.; FRIZZONE, J.A.; CARDOSO, M.J.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6. 2002b.

ARAÚJO, J.P.P.; RIOS, G.P.; WATT, E.E.; NEVES, B.P.; FAGERIA, N.K. **A cultura do caupi: Descrição e recomendações técnicas de cultivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, p.82, (EMBRAPA-CNPAF. (Circular Técnica, 18). 1984.

AZEVEDO, M.C.; FERNANDES, C.N.V.; PINHEIRO, J.A.; BRAGA, E.S.; CAMPELO, A. R. Efeitos de lâminas de irrigação na cultura do feijão *vigna* de cor preta. **Agropecuária Técnica**. v.32, n.1, p.152-159. 2011.

BEVILAQUA, G.A.P.; ANTUNES, I.F. **Feijão-miúdo: planta recuperadora de solo e opção na produção de forragem de qualidade**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/FeijaoMiudo/index.htm>. Acesso em: 13 jun.2014. 2009.

BEVILAQUA, G.A.P.; GALHO, A.M.; ANTUNES, I.F.; MARQUES, R.L.L.; MAIA,

M.S. **Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.25, (Documentos, 204). 2007.

COSTA, M.M.M.N.; TÁVORA, F.J.A.F.; PINHO, J.L.N.; MELO, F.I.O. Produção, componentes de produção, crescimento e distribuição das raízes de caupi submetido à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.32, n.1, p.43-50. 1997.

FERREIRA, L.G.R.; COSTA, J.O.; ALBUQUERQUE, I.M. Estresse hídrico nas fases vegetativas e reprodutivas de duas cultivar de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.26, n.7, p.1049-1055. 1991.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; MOURA, R.M.; SILVA, K.J.; NOGUEIRA, M.S.R.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. p.80,

EMBRAPA. Teresina-PI. 2011.

IITA. International Institute of Tropical Agriculture. **Cowpea**. Disponível em: <http://www.iita.org/cowpea>. Acesso em 15.ago. 2015.

LIMA, C.J.G.S.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T. ; OLIVEIRA FILHO, A.F. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Revista Caatinga**. v.21, n.1, p.120-127. 2008.

LIMA, M.E.; CARVALHO, D.F.; SOUZA, A.P.; ROCHAS, H.S.; GUERRA, J.G.M. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes

lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.16, p.604-610. 2012.

LOCATELLI, V.E.R.; MEDEIROS, R.D.; SMIDERLE, O.J.; ALBURQUERQUE, A.A.; ARAUJO, W.F. ; SOUZAS, 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.

MENDES, R.M.S.; TÁVORA, F.J.A.F.; PINHO, J.L.N.; PITOMBEIRA, J.B. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agrônômica**. v.38, n.1, p.95-103. 2007.

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, p.174-177. 2004.

NNANNA, I.A.; PHILLIPS, R.D. 1989. Amino acid composition, protein quality and water-soluble vitamin content of germinated cowpeas. **Plant Foods for Human Nutrition**. v.39, n.2, p.187-200.

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

PADRÓN, R.A.R., NOGUEIRA, H.M.C.M., CERQUERA, R.R., ALBINO, G.D.; NOGUEIRA, C.U. Caracterização físico-hídrica do solo argissolo amarelo para estabelecimento de projeto e manejo da irrigação. **Acta Iguazu**. v.4, n.1, p.36-47. 2015.

QUIN, F.M. Introduction. In: Singh BB, Mohan Raj DR, Dashiell K.E. and Jackai L.E.N. (Ed.). **Advances in cowpea research**. p.9-15. Ibadan: IITA, Tsukuba: JIRCAS. 1997.

RAMOS, H.M.M.; BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q.; NASCIMENTO, F.N. Produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**. v.34, n.4, p.683-694. 2014.

SINGH, B.B.; EHLERS, J.D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F.R. Recent progress in cowpea breeding. In: Fatokun C.A. et al. **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. p.22-40. Ibadan: IITA. 2002.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. ; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**, 2. ed. p.222, Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, RS. 2008.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, T.J.; SANTOS, L.C.; SANTOS, N.I.J.; ROCHA, F.A.; PAULA, A. Características agrônômicas do feijão-caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**. v.60, p.242-248. 2013.

TOUREIRO, C.M.; SERRALHEIRO, R.P.; OLIVEIRA, M.R. 2007. Resposta das culturas do girassol e do milho a diferentes cenários de rega deficitária. **Revista de Ciências Agrárias**. v.30, n.1, p.33-47.