
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO

Adriano da Silva Lopes¹, Gabriel Queiroz de Oliveira², Marcos Antonio Camacho³, Ricardo Garcia⁴, Matheus Gustavo da Silva⁵

RESUMO

A irrigação do feijoeiro na época de inverno vem propiciando produtividade acima da média anual devido, principalmente, ao aumento da eficiência dos fertilizantes nitrogenados. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro a diferentes lâminas líquidas de irrigação e à adubação nitrogenada em cobertura. O experimento foi conduzido na Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual do Mato Grosso Sul, utilizando-se a cultivar de feijão Pérola semeado em julho de 2005, sendo a área experimental preparada por manejo convencional sobre cobertura de capim colônia. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas composto por três blocos e duas replicações dentro de cada bloco. As parcelas foram compostas de três lâminas líquidas (16,5; 27,6 e 30,5 mm) correspondendo a 50, 30 e 27% de reserva de água no solo, respectivamente; e nas subparcelas quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura no estágio V4. Foram avaliados o número de vagens por planta, número grãos por planta, número grãos por vagem, massa de 100 grãos, produção de grãos por planta e a produtividade de grãos e eficiência agrônômica. Conclui-se que as lâminas líquidas de irrigação baseadas na reserva de água no solo não influenciam os componentes de produção e produtividade de grãos do feijoeiro. O número e a produção de grãos por planta e a massa de 100 grãos são influenciadas pelas doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, preparo convencional, tanque Classe A, ureia.

ABSTRACT

IRRIGATION DEPTHS AND NITROGEN RATES IN COVERAGE IN THE DRY BEAN

The irrigation of the dry bean during the winter season has resulted in productivity above the annual average, mainly due to increases in technology and nitrogen fertilizers. The objective of this study was to evaluate the response of the dry bean to different irrigation depths and nitrogen fertilization in Aquidauana, MS, Brazil. The experiment was conducted at the Unidade Universitária de Aquidauana- Universidade Estadual do Mato Grosso Sul, using the dry bean cultivar "Pérola" sown in July 2005. A randomized block experimental design was used with split plots consisting of three blocks and two replications in each block. The plots consisted of three irrigation depths (16.5, 27.6 and 30.5 mm) corresponding to 50, 30 and 27% of the field capacity, respectively, and four nitrogen fertilizer levels (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹). We evaluated the number of pods per plant, grain number per plant, grain number per pod, weight of 100 grains, grain yield per plant and grain yield, and agronomic efficiency. It was concluded that irrigation depths based on field capacity do not influence the production components and grain yield of the dry bean. The number and yield of grains per plant and the weight of 100 grains are influenced by the coverage nitrogen rates in dry bean.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, tillage, Class A pan, urea.

Recebido para publicação em 21/11/2013. Aprovado em 17/06/2014.

1 - Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Bolsista PET, UUA/UEMS, Aquidauana, MS. lopes@uems.br

2 - Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, FCA/UFMG, Dourados, MS. gabrielqo@hotmail.com

3 - Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, UUA/UEMS, Aquidauana, MS. camacho@uems.br

4 - Engenheiro Agrônomo, Heringer, Rio Verde, GO. ricardogarcia2007@terra.com.br

5 - Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, UUA/UEMS, Aquidauana, MS. matheus@uems.br

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é uma das mais importantes culturas do Brasil, uma vez que o feijão é considerado a principal fonte de proteínas da população de menor poder aquisitivo e apresenta como vantagem a possibilidade de cultivo em diferentes épocas do ano, em períodos definidos como “das águas”, “da seca” e “de inverno” (AFONSO *et al.*, 2011). Cultivado em praticamente todo o território nacional, o feijoeiro está condicionado a uma diversidade de condições climáticas, que aliados aos diferentes níveis de tecnologia usados e instabilidade da produção, principalmente devido a deficiência hídrica (GUIMARÃES *et al.*, 2006), contribuem para a baixa produtividade média nacional, que, segundo CONAB, (2011), está em torno de 1000 kg ha⁻¹.

Segundo Faria *et al.* (2009), a distribuição da água aplicada dos sistemas de irrigação por aspersão é um processo que passa por duas etapas: aplicação da água na superfície do solo ou da cultura e redistribuição da água aplicada no interior do solo. Apesar dos efeitos positivos da redistribuição da água no solo, que em alguns casos pode anular os efeitos da desuniformidade de aplicação, deve-se considerar que, conforme enfatizado por Frizzone *et al.* (2007), a uniformidade do teor de água do solo e a produtividade das culturas irrigadas são bastante dependentes da homogeneidade com que a água é aplicada durante a primeira fase desse processo.

Existem várias metodologias e critérios para estabelecer programas de irrigação, que vão desde simples turno de rega, a complexos esquemas de integração do sistema solo-planta-atmosfera (TAGLIAFERRE *et al.*, 2010). A determinação do consumo de água de uma cultura pode ser obtida a partir de medidas efetuadas no solo, na planta e na atmosfera. Os métodos baseados em medidas no solo se fundamentam no potencial hídrico do solo; os que utilizam medidas na planta consideram o monitoramento do seu potencial hídrico, sendo que as avaliações mais comuns são o da temperatura foliar, potencial de água nas folhas,

resistência estomática, grau de turgescência das plantas e fluxo de seiva; já os métodos baseados no clima, consideram desde simples medições da evaporação da água num tanque, como o Classe “A”, até complexas equações para estimativa da evapotranspiração (ROCHA *et al.*, 2003). A determinação da evapotranspiração da cultura tem sido mais usada em função da maior praticidade e da menor exigência de mão de obra no manejo da irrigação (TAGLIAFERRE *et al.*, 2010).

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, em decorrência do sistema radicular superficial e ciclo curto, sendo o nitrogênio (N) absorvido em maior quantidade (CUNHA *et al.*, 2011). No entanto Arf *et al.* (2004), analisando manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijoeiro no município de Selvíria, MS, concluíram que a adubação nitrogenada em cobertura não apresentou influência na produtividade de grãos do feijoeiro irrigado por aspersão. Oliveira *et al.* (2010), evidenciaram que o manejo de irrigação baseado no clima ou no solo de Aquidauana, MS, influencia a produtividade do feijoeiro de maneira divergente, assim como o comportamento da planta em assimilar o nitrogênio.

Dessa forma, diante da variabilidade de estudos com nitrogênio, Bastos *et al.* (2008), destacaram que pesquisas regionais, visando determinar as doses ideais de nitrogênio que reflitam em maiores produtividades, são de grande importância para o agricultor racionalizar os custos de produção e auferir maiores lucros.

O objetivo do trabalho foi verificar a influência de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico do feijoeiro comum, no município de Aquidauana, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental de agricultura da Unidade Universitária de Aquidauana/Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, com coordenadas geográficas 20° 20' Sul, 55° 48' Oeste e altitude média de 174 m. O clima da região, segundo

Quadro 1. Análise química do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm, antes da implantação do experimento. Aquidauana, 2005

Profundidade (m)	pH*	P	M.O.	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T
		mg dm ⁻³	%							
0,0 – 0,2	6,2	61,7	1,3	0,6	3,3	0,9	0,0	2,2	4,8	7,0
0,2 – 0,4	6,0	46,8	0,9	0,3	3,0	0,6	0,0	2,4	3,9	6,3

*pH em água 1:2,5.

Köppen, foi classificado como Aw, correspondendo como clima tropical-quente sub-úmido. O solo da área foi descrito como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006).

A cultivar utilizado foi o feijoeiro “Pérola”, semeada no espaçamento de 0,45 m entre linhas, com 14 sementes por metro. Foi semeada no dia 01 de julho de 2005 e conduzida no sistema de preparo convencional do solo após duas gradagens aradoras e uma gradagem niveladora. A emergência ocorreu 5 dias após a semeadura.

A adubação nitrogenada, potássica e fosfatada na semeadura, foi realizada a partir da análise química do solo e de acordo com Souza e Lobato. (2004), detalhado no Quadro 1, correspondendo a 20, 30 e 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, composto por três blocos e duas replicações dentro de cada bloco (BANZATTO; KRONKA, 2006).

As parcelas foram constituídas por três manejos de irrigação, baseados na evapotranspiração de referência (ET_o), utilizando o método do tanque Classe “A” e considerando o balanço 24 horas entre a ET_o e a chuva. Os coeficientes de cultura (kc) empregados foram proposto por Allen *et al.* (1998) e, assim, obtendo as três lâminas de irrigação (I₁, I₂ e I₃), correspondentes a 50, 30 e 27% da reserva de água no solo, respectivamente, ou seja, lâmina líquida de 16,5; 27,6 e 30,5 mm, sendo essas frações da capacidade de água disponível. A irrigação foi sempre efetuada quando o somatório da evapotranspiração da cultura (ET_c) foi igual ou maior que a lâmina líquida. Diante disso, fixou-se

as lâminas líquida de irrigação considerando-se a eficiência do sistema em 80% (BERNARDO *et al.*, 2005) e o tempo de irrigação calculado conforme a Equação 1.

$$T_i = 0,001 \frac{LL (E_{LL} \times E_A)}{0,8 Q} \quad (1)$$

em que,

T_i – tempo de irrigação, h;

LL – lâmina líquida, mm;

E_{LL} – espaçamento entre linhas laterais, m;

E_A – espaçamento entre aspersores, m; e

Q – vazão, m³ h⁻¹.

As lâminas de irrigação foram aplicadas por meio de um sistema de irrigação por aspersão convencional, abrangendo 0,81 ha. O aspersor utilizado foi o Agropolo®, com vazão de 2,87 m³ h⁻¹, com raio de alcance de 12 m e pressão de serviço de 30 m c.a., instalados a 1,0 m do solo e espaçados a 12,0 m entre si, onde as subparcelas coincidiam com a sobreposição dos jatos de água aplicada pelos aspersores, cujas áreas úteis das unidades experimentais compreendiam três linhas de plantas, com 5,0 m de comprimento, correspondendo a 6,75 m². Para realizar os três manejos de irrigação, a área foi dividida em três blocos de 84 m de comprimento por 24 m de largura, espaçados em 12 m. As parcelas foram de 24 x 24 m, distanciadas uma das outras em 6 m no mesmo bloco.

Quadro 2. Detalhamento nos diferentes manejos de irrigação ocorrida durante o ciclo do feijoeiro.

Manejo de irrigação	Irrigação total (mm)	Total precipitado ¹ (mm)	Número de irrigação	Turno de rega (dias)
I ₁	330,00	447,40	20	4
I ₂	331,20	448,60	12	7
I ₃	335,50	452,90	11	7

¹Chuva + irrigação

A quantidade de água aplicada em cada tratamento com os manejos de irrigação foi de 330,0; 331,2 e 335,5 mm, para a lâmina líquida de 16,5 (I₁), 27,6 (I₂) e 30,5 mm (I₃), respectivamente (Quadro 2), sendo que a evapotranspiração da cultura média, nos 94 dias de condução da cultura, foi de 4,33 mm dia⁻¹. No decorrer do ciclo da cultura, 117,4 mm foram provenientes de chuvas ocorridas no período. Verifica-se que a I₁ apresentou o maior número de irrigação e o menor turno de rega médio quando comparados com os manejos I₂ e I₃, sendo que os mesmos obtiveram turno de rega na ordem de 7 dias.

Tanto as quantidades da lâmina de irrigação total, quanto o total precipitado, apresentaram mínima variação em relação aos manejos de irrigação, no qual a maior variação entre os manejos não excedeu 2%. Já o número de irrigação do manejo I₂ e I₃, variou entre 8 e 9 irrigações a menos, quando comparados com o I₁. A reposição da lâmina líquida em função da ETc acumulada para o manejo I₂ e I₃ no momento da irrigação foram maiores que o do I₁, resultando assim nestes menores números de irrigação e maiores turnos de rega para o feijoeiro (Quadro 2).

Nas subparcelas, os tratamentos foram compostos por quatro doses de nitrogênio em cobertura, aplicadas aos 30 dias após a emergência (DAE), ou seja, quando as plantas encontravam-se no estágio V4, no qual as doses foram 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte a uréia (45% de N). Para minimizar o efeito da volatilização do N, procedeu-se igualmente a irrigação com a lâmina de 5 mm em todos as parcelas.

Os tratamentos fitossanitários consistiram em aplicações de defensivos agrícolas, quando verificado a presença de antracnose, que apresentava nível de dano econômico. As aplicações foram realizadas com o fungicida tiofanato-metílico, com aplicação de 250 g i.a. ha⁻¹.

A colheita foi realizada aos 89 DAE e foram avaliados os componentes de produção, número de vagens por planta (NVP), número grãos por planta (NGP), número grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (MCG), produção de grãos por planta (PGP), produtividade de grãos (PG) e eficiência agrônômica, conforme Fageria e Baligar (2005). A massa de 100 grãos foi obtida tomando-se da produção de grãos, obtidas na área útil de cada parcela, 5 amostras aleatórias de 100 grãos que foram pesadas em balança de precisão de 0,01 g e determinadas as suas umidades para correção do resultado para 13% de umidade em base úmida e a produtividade de grãos foi obtida das plantas que se encontravam na área útil de 6,75 m².

De posse dos dados, foi realizada a análise de variância para cada variável. Para as variáveis que mostraram efeito significativo dos tratamentos pelo teste F, procedeu-se a comparação das médias por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade para os tratamentos de irrigação e a análise de regressão em função das doses de nitrogênio em cobertura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3, verifica-se que todos os parâmetros avaliados do feijoeiro não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos de irrigação e interação entre a irrigação e as doses de nitrogênio.

Quadro 3. Resumo da análise de variância dos parâmetros produtivos do feijoeiro em relação a lâmina de irrigação e as doses de nitrogênio.

F.V.	GL	NVP	NGV	NGP	MCG	PGP	PG
		Quadrado médio					
Bloco	2	257,094	0,0319	4222,056	9,429	336,068	216294
Irrigação (I)	2	13,642 ^{ns}	0,2278 ^{ns}	241,097 ^{ns}	1,944 ^{ns}	18,31 ^{ns}	610019 ^{ns}
Erro(a)	13	32,754	1,5273	416,018	1,888	32,738	408686
C.V. (%)	-	33,73	29,60	28,94	5,29	31,24	28,45
Doses de N (N)	3	10,033 ^{ns}	1,944 ^{ns}	1289,43**	8,031*	61,130*	150503 ^{ns}
I x N	6	14,106 ^{ns}	1,237 ^{ns}	367,48 ^{ns}	2,377 ^{ns}	29,886 ^{ns}	72480 ^{ns}
Erro(b)	45	17,899	1,161	294,72	2,134	21,739	290191
C.V. (%)	-	24,93	25,2	24,36	5,63	25,46	23,98

^{ns} não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade. Vagens por planta (NVP), grãos por vagem (NGV), grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (MCG), produção de grãos por planta (PGP) e produtividade de grãos (PG)

As doses N em cobertura influenciaram significativamente o número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (MCG) e produção de grãos por planta (PGP). Oliveira *et al.* (2009), cultivando o feijoeiro em plantio direto, salientaram que as lâminas de irrigação não influenciaram o componente número de vagens por planta (NVP). Provavelmente esse componente seja mais influenciado pelo tipo de preparo do solo, no qual, o plantio direto favorece menores valores de NVP (ARF *et al.*, 2004).

Os parâmetros produtivos do feijoeiro não apresentaram diferenças significativas, uma vez que, apesar de turnos de regas e números de irrigação diferentes, a lâmina de irrigação total foi muito próxima, contribuindo para que o feijoeiro expressasse seu potencial produtivo de maneira semelhante em relação aos manejos de irrigação.

A MCG, PGP e a produtividade de grãos (PG) encontraram valores médios na ordem de 26 g e 18 g planta⁻¹ e 2247 kg ha⁻¹, respectivamente. Oliveira *et al.* (2010) relataram que o componente PGP apresentaram maiores valores quando submetidos ao manejo de irrigação baseados na evapotranspiração, pois a utilização de manejos com monitoramento da umidade do solo subestima

o momento da irrigação nas fases iniciais de desenvolvimento, onde os sistema radicular é menor.

No trabalho conduzido por Pereira *et al.* (2004), o número de grãos por vagem (NGV) NVP, MCG e PG, foram influenciados pelas lâminas de irrigação, destacando que a lâmina de 230 mm proporcionou maiores valores para essas características. No trabalho de Lopes *et al.* (2011), no qual conduziu o feijoeiro em plantio direto, verificaram que o manejo de irrigação influenciaram a NGV e PG do feijoeiro, destacando que o método do tanque Classe “A” proporcionou PG acima de 3000 kg ha⁻¹, com lâmina total de 431 mm e as doses de nitrogênio em cobertura não influenciaram os componentes de produtividade do feijoeiro. Segundo Oliveira *et al.* (2010), o NGP é sensivelmente mais influenciado pelo tipo de manejo de irrigação com a lâminas de irrigação, principalmente quando o feijoeiro ocasionalmente passa por estresse hídrico na fase vegetativa. De acordo com Guerra *et al.* (2000), o número de grãos por planta à aplicação de nitrogênio são maiores quando as irrigações são feitas a tensões mais baixas de água no solo, ou seja, o solo apresenta teor de água mais elevado.

Monteiro *et al.* (2010) salientaram que o efeito

das lâminas de irrigação sobre a cultura do feijão é mais pronunciado do que as doses de nitrogênio e os mesmos autores evidenciaram que a lâmina de irrigação de 256,5 mm já possibilita altas PG, ou seja acima de 2500 kg ha⁻¹.

Os componentes NVP, NGV e PG não apresentaram diferença significativa com as doses de nitrogênio. O NGV não apresentou diferenças significativas, provavelmente por ser esta uma característica varietal pouco influenciada pela adubação (ANDRADE *et al.* 1998).

A avaliação do NGP permitiu estabelecer uma relação de causa e efeito em função as doses de nitrogênio explicado pelo modelo quadrático com coeficiente de determinação (R²) de 78% (Figura 1). O feijoeiro sem aplicação das doses de nitrogênio em cobertura encontrou 63 grãos por planta, sendo que o máximo NGP estimado (78,4 grãos planta⁻¹) foi encontrado com doses de nitrogênio estimado em 84,3 kg ha⁻¹ de N.

De acordo com Pereira *et al.* (2004), a resposta do NGP do feijoeiro irrigado em relação a aplicação das doses de nitrogênio de zero a 90 kg ha⁻¹ geralmente apresenta ajuste ao modelo linear crescente, com máximo de 33,58 grãos por planta, e que a restrição de água limitada durante o seu ciclo limita a expressão do efeito das doses de nitrogênio, promovendo, dessa forma, a redução no NGP.

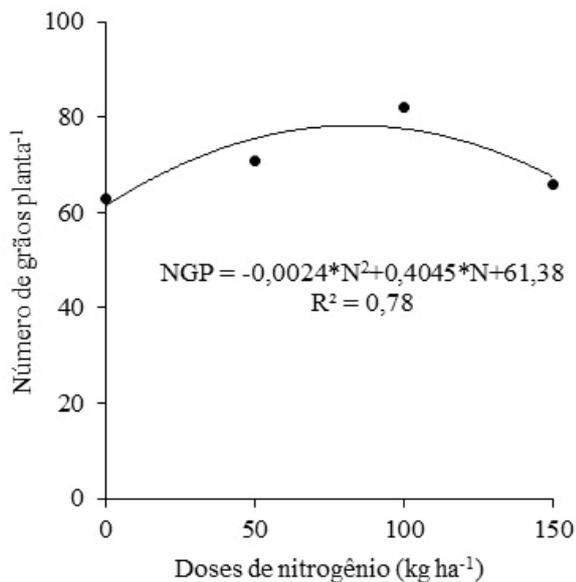


Figura 1. Número de grãos por planta do feijoeiro em função das doses de nitrogênio em cobertura.

A MCG foi influenciada significativamente pelas doses de nitrogênio, respondendo ao modelo quadrático conforme o modelo de regressão apresentado na Figura 2. Os valores encontrados de MCG foram 26,8; 26,0; 25,2 e 25,9 g, correspondendo às doses de nitrogênio de zero, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹. Diante da condição favorável para o pleno desenvolvimento do feijoeiro imposta pela irrigação (Quadro 2), os valores bastante elevados de NGP diante da adubação nitrogenada podem ter contribuído para resposta negativa da MCG até a dose de nitrogênio estimada em 110,00 kg ha⁻¹, ou seja, possivelmente a cultura do feijoeiro distribuiu grande parte do seu vigor para a produção de NGP e com isso diminuindo a MCG. Pereira *et al.* (2004) e Oliveira *et al.* (2010) encontraram valores médios de 30 grãos por planta diante da adubação nitrogenada. Meira *et al.* (2005) salientaram que à MCG, com média de 27,1 g, não mostrou efeito significativo, tanto das doses como das épocas de aplicação de nitrogênio, o que mostra que essa característica apresenta menor variação porcentual decorrente das alterações no meio de cultivo (CRUSCIOL *et al.*, 2003).

Para Pereira *et al.* (2004), as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura influenciaram a MCG, com os dados se ajustando a uma equação quadrática, com máximo de 29,05 g, atingida pela dose de 60 kg ha⁻¹ de N, para depois ocorrer um decréscimo nesse parâmetro em doses mais altas.

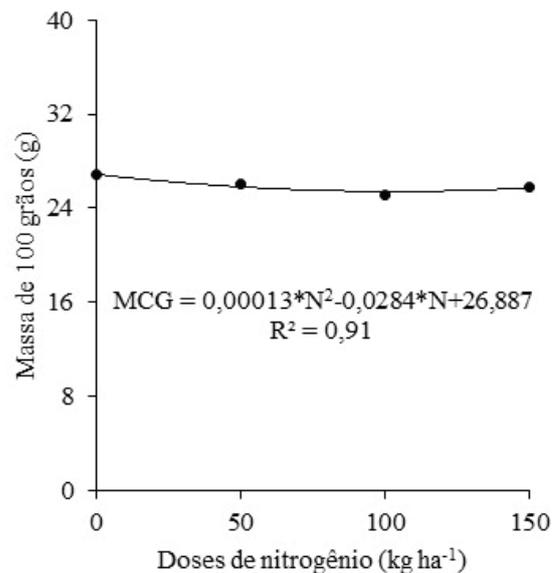


Figura 2. Massa de 100 grãos do feijoeiro em função das doses de nitrogênio em cobertura.

Estes resultados discordam dos resultados encontrados por Soratto *et al.* (2006) e Cunha *et al.* (2011), que aplicaram doses superiores a 100 kg de N ha⁻¹ via uréia, em plantio direto, no qual observaram resposta linear crescente da MCG. Porém, Crusciol *et al.* (2007) e Gomes Júnior *et al.* (2008), que avaliaram a resposta do feijoeiro cultivado em plantio direto, com dose máximo de nitrogênio de 140 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹, respectivamente, não observaram influência sobre este componente. Calonego *et al.* (2010) também verificaram aumento linear da MCG diante das doses crescentes de nitrogênio, sendo que, com a maior dose de nitrogênio (125 kg ha⁻¹), foi encontrado a massa de 20,6 g.

Segundo Guerra *et al.* (2000), a MCG é mais afetada pelos regimes hídricos do que pelas doses de N. Nos tratamentos irrigados a 41 e 55 kPa, a massa de 100 grãos variou de 28 g na dose zero de N para 28,5 g na dose de 160 kg ha⁻¹ de N.

A PGP do feijoeiro respondeu de maneira quadrática em função das doses de nitrogênio em cobertura, no qual aumentou até dose 100 kg ha⁻¹ de N e decrescendo com aplicação de dose superior de N.

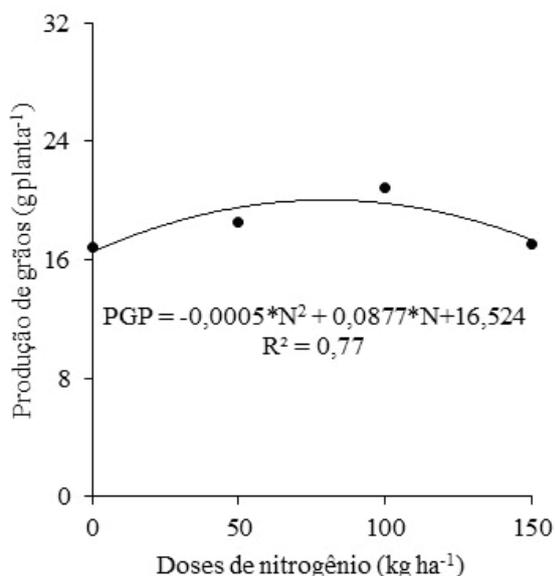


Figura 3. Produção de grãos por planta do feijoeiro em função das doses de nitrogênio em cobertura.

Os coeficientes da equação quadrática foram significativos pelo teste t em nível de 5% de probabilidade, com R² de 77%. A máxima PG estimada pelo modelo de regressão foi de 20,4 g planta⁻¹, aplicando a dose de nitrogênio estimada em 87,7 kg ha⁻¹. Oliveira *et al.* (2010), encontraram o mesmo comportamento PGP em função das doses de N e destacaram que quando o mesmo está associado ao manejo de irrigação com tanque Classe “A” obtém-se valores de 9,57; 10,30; 11,91 e 11,25 g planta⁻¹ aplicando-se a doses zero, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N¹.

O feijoeiro apresentou maior eficiência agrônômica com relação ao uso do nitrogênio aplicado em cobertura, com a dose de 100 kg ha⁻¹ e utilizando a lâmina líquida I₁ (Quadro 4). No entanto, essa combinação foi a que apresentou menor regularidade, sendo que as doses de 50 e 150 kg ha⁻¹ de N propiciou eficiência agrônômica de -1,00 a 0,47 kg de grãos de feijão por kg de nitrogênio aplicado, respectivamente.

Para a dose de nitrogênio de 100 kg ha⁻¹ de N a eficiência agrônômica diminuiu à medida que as lâminas líquidas aumentaram. Talvez o uso de lâmina de irrigação de 16,5 mm melhore a eficiência do uso de nitrogênio para o feijoeiro, devido o turno de rega ser menor, e mantém o solo em potencial hídrico, que favorece a absorção de nutrientes, incluindo o nitrogênio.

Utilizando a cultivar Pérola, Fornasieri Filho *et al.* (2007) verificaram que a eficiência agrônômica diminuiu à medida que as doses de nitrogênio aumentaram, sendo que, na dose de 50 kg ha⁻¹ em cobertura, atribuiu o maior incremento de kg de grãos de feijão por kg de nitrogênio. Esse comportamento corrobora com os resultados de Sant’ Ana *et al.* (2011), que estudaram a eficiência agrônômica do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO, variando as doses de nitrogênio em zero, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹. A redução na eficiência de uso de nitrogênio com o aumento das doses aplicadas também foi observada em outras culturas, como milheto (HERINGER, 1995) e arroz irrigado (FAGERIA *et al.*, 2009).

Quadro 4. Eficiência agrônômica (kg kg^{-1}) do feijoeiro em relação às doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em diferentes lâminas de irrigação.

Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})	I ₁	I ₂	I ₃
zero	-	-	-
50	-1,00	0,91	0,33
100	4,24	1,30	0,34
150	0,47	0,63	0,18

I₁ = 16,5 mm; I₂ = 27,6 mm e I₃ = 30,5 mm

CONCLUSÕES

- As lâminas líquidas de irrigação baseadas na reserva de água no solo não influenciam os componentes de produção e produtividade de grãos do feijoeiro;
- O número e a produção de grãos por planta e a massa de 100 grãos são influenciadas pelas doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro;
- A eficiência de uso de nitrogênio pelo feijoeiro variou com as doses de nitrogênio aplicadas e a eficiência agrônômica diminuiu com o aumento das lâminas líquidas no momento da irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, R.J.; ARF, O.; COSTA, D.S.; BARBOSA, R.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F. Combinações de fontes de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.391-398, 2011.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Rome: FAO, 1998. 301p.

ANDRADE, M.J.B. DINIZ, A.C.; CARVALHO, J.G.; LIMA, S.F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p.499-508, 1998.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.131-138, 2004.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: 4º ed. FUNEP, 2006. 237p.

BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; RIBEIRO, V.Q.; ANDRADE JUNIOR, A.S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.275-280, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 7a. Edição, Viçosa, Editora UFV, 2005. 611p.

CALONEGO, J.C.; RAMOS JUNIOR, E.U.; BARBOSA, R.D.; LEITE, G.H.P.; GRASSI FILHO, H. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.3, p.334-340, 2010.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. 4º levantamento, janeiro, 2011/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2011.

CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e

- características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.108-115, 2003.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1545-1552, 2007.
- CUNHA, P.C.R.; SILVEIRA, P.M.; XIMENES, P.A.; SOUZA, R.F.; ALVES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, J.L. Fontes, formas de aplicação e doses de nitrogênio em feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p.80-86, 2011.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FARIA, L.C.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, H.F.E.; PRADO, G. Simulação da uniformidade da irrigação de sistemas convencionais de aspersão operando sob diferentes condições de vento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.19-27, 2009.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, v.88, n.4, p.97-185, 2005.
- FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. DOS; CUTRIM, V.A. Nitrogen uptake and its association with grain yield in lowland rice genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.32, n.11, p.1965-1974, 2009.
- FORNASIERI FILHO, D.; XAVIER, M.A.; LEMOS, L.B.; FARINELLI, R. Resposta de cultivares de feijoeiro comum à adubação nitrogenada em sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.115-121, 2007.
- FRIZZONE, J.A.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; HEBEL JÚNIOR, A. Produtividade do feijoeiro sob diferentes uniformidades de distribuição de água na superfície e na subsuperfície do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.414-425, 2007.
- GOMES JÚNIOR, F.G.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, n.3, p.387-395, 2008.
- GUERRA, A.F.; SILVA, D.B.; RODRIGUES, G.C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1229-1235, 2000.
- GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.70-75, 2006.
- HERINGER, I. **Efeito de níveis de nitrogênio sobre a dinâmica de uma pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo**. 1995. 133f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- LOPES, A.S.; OLIVEIRA, G.Q.; SOUTO FILHO, S.N.; GOES, R.J.; CAMACHO, M.A. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.51-56, 2011.
- MONTEIRO, P.F.C.; ANGULO FILHO, R.; MONTEIRO, R.O.C. Efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre as variáveis agronômicas da cultura do feijão. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.4, p.386-400, 2010.
- MEIRA, F.A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.383-388, 2005.
- OLIVEIRA, G.Q.; LOPES, A.S.; CARNIEL, R.; VINCENSI, M.M. Irrigação e doses de nitrogênio

no feijoeiro de inverno, em sistema plantio direto, no município de Aquidauana-MS. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.54-67, 2009.

OLIVEIRA, G.Q.; LOPES, A.S.; GOES, R.J.; SOUTO FILHO, S.N. Resposta do feijoeiro de inverno à manejos de irrigação e doses de nitrogênio em cobertura no sistema plantio direto. **Agrarian**, Dourados, v.3, n.7, p.8-17, 2010.

PEREIRA, J.C.R.; RODRIGUES, R.A.F.; ARF, O.; ALVAREZ, A.C.C. Influência do manejo do solo, lâminas de água e doses de nitrogênio na produtividade do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.1, p.13-19, 2004.

ROCHA, O.C.; GUERRA, A.F.; AZEVEDO, H.M. Ajuste do modelo Chistiansen-Hargreaves para estimativa da evapotranspiração do feijão no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.263-268. 2003.

SANT'ANA, E.V.P.; SANTOS, A.B.; SILVEIRA, P.M. Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.5, p.458-462, 2011.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.2, p.259-265, 2006.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: _____. **Cerrado, correção do solo e adubação**. 2 ed., Brasília, DF, Embrapa, 2004. p.283-315.

TAGLIAFERRE, C.; OLIVEIRA, R.A.; OLIVEIRA, E.M.; BAPTESTINI, J.C.B.; SANTOS, L.C. Desempenho do irrigâmetro no manejo da água de irrigação na cultura do feijoeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.3, p.110-117, 2010.