

IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO DE INVERNO, EM SISTEMA PLANTIO DIRETO, NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA-MS

Gabriel Queiroz de Oliveira; Adriano da Silva Lopes; Rodrigo Carniel; Marion Martins Vinsenci

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, gabrieluems@yahoo.com.br

1 RESUMO

A cultura do feijoeiro, na época de inverno, vem se destacando por apresentar produtividade acima da média anual devido, principalmente, aos incrementos tecnológicos dos últimos anos entre os quais se destacam a irrigação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro de inverno à irrigação e doses de adubação nitrogenada, em sistema plantio direto, no município de Aquidauana-MS. O experimento foi conduzido na Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual de Mato Grosso Sul (UUA/UEMS), utilizando-se o cultivar de feijão Pérola semeado em junho de 2006. Utilizou-se o manejo de irrigação baseado nas leituras do tanque Classe A, com 3 momentos de se proceder a irrigação, com lâminas de 16,5; 27,6 e 30,5 mm, correspondendo a 50, 30 e 27% de reserva de água no solo, respectivamente; e quatro doses de adubação nitrogenada (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹ de N). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, composto por três blocos e duas replicações dentro de cada bloco. Pode se concluir que, com a lâmina de irrigação de 16,5 mm e 100 kg de N ha⁻¹, o feijoeiro teve a melhor produtividade, em torno de 3278 kg ha⁻¹.

UNITERMOS: *Phaseolus vulgaris*, tanque Classe A, evapotranspiração.

OLIVEIRA, G. Q.; LOPES, A. S.; CARNIEL, R.; VINCENSI, M. M. IRRIGATION AND NITROGEN DOSES IN DRY BEAN WINTER CROP UNDER NO TILLAGE SYSTEM IN AQUIDAUANA, STATE OF MATO GROSSO DO SUL

2 ABSTRACT

The dry bean crop in the winter has become important for presenting yield above the annual average, mainly due to the technological increments in the past years, like irrigation. The objective of this research was to evaluate the response of the dry bean crop to irrigation and nitrogen fertilization, under no tillage system. The research was carried in the experimental area of the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Aquidauana - MS (UUA/UEMS), using Perola cultivar sowed in June, 2006. Irrigation management was based on the readings of a Class A pan, with 3 irrigation times, water depths of 16.5mm; 27.6mm and 30.5 mm corresponding to 50, 30 and 27% of water soil reserve, respectively; and four nitrogen fertilization doses (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹ of N). The experimental design had randomized blocks in split plots. It can be concluded that with irrigation depth of 16.5 mm and 100 kg N ha⁻¹, the dry bean had the best grain yield, around 3.278 kg ha⁻¹.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris*, Class A pan, evapotranspiration.

3 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é descrito como uma cultura sensível, tanto à deficiência hídrica quanto ao excesso de água no solo (Nóbrega et al., 2001). A exigência de água pela cultura é variável com o seu estágio de desenvolvimento. É uma cultura cultivada em, praticamente, todas as regiões brasileiras e, na maioria das regiões produtoras, o problema da baixa produtividade tem a sua causa na tecnologia rudimentar utilizada e nas variações climáticas, destacadamente a deficiência hídrica (Pessoa et al., 1996).

Essa cultura era praticada apenas no período das águas e das secas. Diante das inovações tecnológicas, consolidou-se mais uma alternativa de cultivo, o “feijão de inverno”, que tem a irrigação como ferramenta fundamental, de modo a suprir a deficiência hídrica proporcionada pelo cultivo nessa época do ano. De acordo com Silveira et al. (2001), o cultivo do feijão de inverno permite aumento de produtividade da ordem de três a cinco vezes mais em relação a épocas convencionais, e concluem que o feijoeiro irrigado por aspersão é economicamente viável, apresentando taxas de retorno superiores a 70%.

Para um correto manejo de irrigação, têm-se dois aspectos intrínsecos a serem considerados. O primeiro é das condições naturais da fonte supridora de água, pelo custo elevado da captação e distribuição e o segundo é baseado na resposta da cultura à lâmina de água aplicada (Jadoski et al., 2003). Segundo Lopes et al. (2004), para o agricultor, devem ser fornecidas técnicas simples de irrigação, mas com precisão suficiente para possibilitarem, no campo, a determinação criteriosa do momento e da quantidade de água a ser aplicada e, uma dessas técnicas, é o método do tanque Classe “A” (TCA).

Conforme relataram Guerra et al. (2000), as mais altas produtividades de grãos da cultura de feijão resultaram de irrigações a menores tensões de água no solo e aplicação de doses elevadas de nitrogênio e, ainda que o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos variam em decorrência de mudança do regime hídrico e da dose de nitrogênio.

Stone & Moreira (2001) destacam que a produtividade do feijoeiro sob plantio direto aumenta com o tempo, e os sistemas de preparo do solo não afetam a resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada. Arf et al. (2004), analisando manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão no município de Selvíria-MS, concluíram que a adubação nitrogenada em cobertura não apresentou influência na produtividade de grãos do feijoeiro irrigado por aspersão.

De acordo com Urchei et al. (2000), os sistemas de manejo com menor revolvimento, como o cultivo mínimo ou o plantio direto, em virtude da maior proteção que conferem ao solo, da restrita mobilização da camada arável e da maior diversificação de espécies, têm sido mais viáveis sob as condições agroecológicas do cerrado, conciliando produtividade satisfatória, economicidade e equilíbrio ambiental e, conforme Guadagnin et al. (2005), o emprego do plantio direto tem sido uma alternativa contra os problemas de perda de solo, água e nitrogênio. Nesse sentido, em experimento realizado por Binotti et al. (2007), durante três anos de cultivo, foi observado que, somente um ano, o plantio direto proporcionou maior produtividade de grãos do feijoeiro de inverno irrigado por aspersão em relação ao preparo convencional do solo e, as épocas de aplicação de nitrogênio não proporcionaram diferenças na produtividade do feijoeiro de inverno entretanto, proporcionou, em média, aumento de 62% na produtividade de grãos se comparado com o feijoeiro sem aplicação de N.

Segundo Chieppe Júnior et al. (2007), a produtividade de grãos do feijoeiro não foi influenciada com a utilização de diferentes níveis de *Brachiaria decumbens* como cobertura do solo. Contudo Silva et al. (2006) destacaram que a cobertura do solo, com milho e milheto, apresentam capacidade maior para armazenar água quando comparados com a soja, e atribuem isso à estrutura porosa do seu material constituinte, como o colmo e a panícula. Torres et al. (2005) destacaram que, entre as gramíneas braquiária e sorgo como cobertura do solo, a cultura do milheto obteve maior produção de matéria seca e menor constante de decomposição.

Portanto, a busca de uma agricultura sustentável, por meio da utilização de sistemas agrícolas que, além do aumento de rendimentos e produção econômica imediata, considerando também a questão da estabilidade ecológica e equidade social, promove, na atividade agrícola, profundas alterações (Pereira et al., 2002).

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência de lâminas de irrigação e da adubação nitrogenada de cobertura sobre a cultura do feijoeiro, em sistema plantio direto irrigada por aspersão convencional, no município de Aquidauana-MS.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental de agricultura da Unidade Universitária de Aquidauana da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UUA/UEMS), com coordenadas geográficas 20° 20' Sul, 55° 48' Oeste e altitude média de 174 metros. O clima da região, segundo KÖPPEN, é classificado como AW, correspondendo como clima tropical-quente sub-úmido com precipitação média anual de 1200 mm. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico de textura média argilosa (Embrapa, 1999).

No dia 16 de abril de 2006, foi semeada a lancha 18 kg ha⁻¹ de sementes de milheto cultivar ADR 500, usando como implemento o distribuidor de sementes Lancer 600 da marca Jan[®]. Aos 57 dias após a semeadura (DAS), com auxílio de um quadrado metálico de 1 m², fez-se 20 amostragem da cobertura do milheto aleatoriamente na área experimental. O material vegetal foi levado ao laboratório, colocado em estufa de circulação forçada a 65 °C, por 72 h, e posteriormente, pesado. A dessecação do milheto ocorreu no dia 6 de junho de 2006, aplicando o dessecante glyphosate na dose de 2,5 L ha⁻¹ do produto comercial contendo 360 g i.a L⁻¹.

A cultivar utilizada foi o feijoeiro Pérola, semeada no espaçamento de 0,45 m entre linhas, com 14 sementes por metro linear, sendo instalada no dia 17 de junho de 2006 e conduzida no primeiro ano de sistema plantio direto sobre cobertura da cultura do milheto que apresentava 5,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca.

As lâminas de irrigação foram aplicadas através de um sistema de irrigação por aspersão convencional, abrangendo 0,81 ha. O aspersor utilizado foi da marca Agropolo[®], com vazão de 2,87 m³ h⁻¹ 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.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, composto por três blocos e duas replicações dentro de cada bloco (Banzatto & Kronka, 1989). As lâminas de irrigação foram baseadas na leitura diária do tanque Classe "A", considerando o balanço de 24 horas entre a evapotranspiração da cultura (ETc) e a chuva

total coletada em um pluviômetro, utilizando-se coeficientes da cultura (Kc) do feijoeiro e do tanque Classe "A" (Kp) de acordo com Allen et al. (1998), com 3 lâminas de irrigação (I₁, I₂ e I₃), as quais corresponderam a 16,5 mm; 27,6 mm e 30,5 mm. As subparcelas foram compostas por 4 tratamentos de adubação nitrogenada 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹.

A adubação nitrogenada, potássica e fosfatada, na semeadura, foi realizada a partir da análise química do solo e, de acordo com Sousa & Lobato (2004), detalhado na Tabela 1, correspondendo a 20, 30 e 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência (DAE), cujas doses foram aplicadas de acordo com os tratamentos empregados.

Tabela 1. Caracterização química de amostra do solo.

Profundidade (m)	pH	P mg dm ⁻³	M.O. %	Textura	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T
cmol _c dm ⁻³											
0,0 – 0,2	5,1	68,8	1,5	2**	0,52	3,5	1,2	0,2	4,1	5,22	9,32
0,2 – 0,4	5,7	56,6	1,4	1*	0,42	3,5	1,1	0,1	3,7	5,02	8,72

* Textura 1: solos argilosos com mais de 35% de argila.

** Textura 2: corresponde a um solo franco ou médio, contendo de 15 a 35% de argila.

A colheita foi realizada aos 83 DAE e foram avaliados os seguintes parâmetros: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (MG), produtividade de grãos (PG) e teor de nitrogênio nas folhas (TN). A massa de 100 grãos (g) 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 determinados os teores de água para correção do resultado para 13% de umidade em base úmida, e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) foi obtida das plantas que se encontravam na área útil de 6,25 m².

A análise de variância foi realizada com auxílio do software SAS®. Os tratamentos de irrigação e adubação nitrogenada foram comparados por teste de médias Tukey a 5% de probabilidade. Para estimar o modelo matemático que representasse a melhor tendência, utilizou-se o procedimento de regressão nas doses de nitrogênio para cada tratamento com lâmina de irrigação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O regime hídrico total (irrigação + chuva) durante a condução do experimento para I₁ foi de 383,5 mm, sendo que deste, 45% ocorreu no período vegetativo (172,57 mm) e 55% no período reprodutivo (210,9 mm). Para I₂, a precipitação foi de 384,5 mm, 45% no estágio vegetativo (173,02 mm) e 55% no estágio reprodutivo (211,4 mm) já, para I₃, a precipitação foi de 362 mm, destes, 50,4% no estágio vegetativo (182,4 mm) e 49,6% na fase reprodutiva (179,5 mm). Moreira et al. (1996), para obterem mais de 2.000 kg ha⁻¹ de grãos, em sistema plantio direto, tiveram que utilizar uma lâmina de irrigação de 382 mm. Para o tratamento I₁, o turno de rega foi, em média, de 4 dias; já, para o tratamento de irrigação I₂, foi de 5,2 dias e, para o tratamento I₃, foi de 7,5 dias. O turno de rega verificado na fase de florescimento até o enchimento de grãos foi menor em todos os tratamentos, demonstrando ser necessário o manejo adequado da irrigação para cada fase fenológica do feijoeiro.

Nas Tabelas 2 e 3, observa-se que, para NVP, não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para as lâminas de irrigação e para as doses de N. Resultado

semelhante foi encontrado por Arf et al. (2004), no qual verificaram que o número de vagens e o número de grãos por planta foram influenciados apenas pelo preparo do solo, e os menores valores foram obtidos no plantio direto. Guerra et al. (2000) relataram que o número de vagens por planta aumentou quando foram reduzidas as tensões de água no solo, e o maior número de vagens por planta foi observado nos tratamentos irrigados a menores tensões de água no solo e maiores doses de N indicando, assim, que para obter elevados números de vagens é necessário aplicar água e nitrogênio de maneira criteriosa, de forma a obter, também, um melhor desenvolvimento das plantas, resultando, por conseguinte, em melhor produtividade. Não foi observada interação significativa entre a irrigação e as doses de N para o componente NVP.

Para o NGP, houve influência da irrigação, onde o tratamento I₃ obteve menor valor (Tabela 2), uma vez que o tratamento I₃ impôs ao feijoeiro maior déficit hídrico quando comparado aos demais, devido a seu maior turno de rega. Isso, provavelmente, ocorre porque o desenvolvimento das plantas é influenciado principalmente pelos regimes hídricos impostos. Guerra et al. (2000) verificaram que, em condição de estresse hídrico severo, o aumento do número de grãos por planta com aplicação de doses elevadas de N é irrisório. O NGP, em relação às doses de N, não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3). O máximo NGP (73,3) do presente trabalho foi encontrado utilizando-se a lâmina I₁ e aplicando 100 kg ha⁻¹ de N (Figura 1B).

Tabela 2. Número de vagens planta⁻¹ (NVP), número de grãos planta⁻¹ (NGP), número de grãos vagem⁻¹ (NGV), massa de 100 grãos (MG), produtividade de grãos (PG) e teor de nitrogênio (TN) para os tratamentos de irrigação.

Irrigação	NVP	NGP	NGV	MG (g)	PG (kg ha ⁻¹)	T.N (g kg ⁻¹)
I ₁	15,4a	68,5a	4,5a	28,96 b	3134a	50,05a
I ₂	15,6a	64,5a	4,2ab	28,85 b	2915ab	51,73a
I ₃	15,1a	57,0 b	3,7 b	30,35a	2722 b	52,14a
C.V. (%)	14,34	12,32	15,40	3,83	14,67	4,63
D.M.S.	1,73	6,15	0,50	0,89	336,75	3,42

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O NGV apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade para irrigação e, como pode ser observado na Tabela 2, os valores de NGV apresentaram uma tendência de queda conforme aumentou-se o esgotamento de água no solo. Isso mostra que o componente NGV, quando analisado sob o efeito da irrigação, apresenta uma relação direta com os valores encontrados na PG. O mesmo comportamento de queda do NGV não foi observado com o aumento das doses de N (Tabela 3), no qual não apresentou diferença significativa. Entretanto, Santos et al. (2003) relataram que os efeitos desse nutriente no número de vagens por planta foi o que mais contribuiu para o aumento da produtividade, pois este componente é o que normalmente mais se correlaciona com essa variável.

A MG não apresentou diferença significativa em função das doses de adubação nitrogenada ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, mostrando que a adubação nitrogenada pouco influencia esse componente. Os dados de MG obtiveram alta conformidade, apresentando coeficiente de variação (C.V) de 3,56%, porém verificou-se baixo coeficiente de correlação. Santos et al. (2003) verificaram que a massa de 100 grãos

aumentou linearmente com as doses de nitrogênio e salientam, ainda, que, de modo geral, esta característica é pouco influenciada pelo nitrogênio.

Tabela 3. Número de vagens planta⁻¹ (NVP), número grãos planta⁻¹ (NGP), número grãos vagem⁻¹ (NGV), massa de 100 grãos (MG), produtividade de grãos (PG) e teor de nitrogênio (TN) em função das doses de N.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	NVP	NGP	NGV	MG (g)	PG (kg ha ⁻¹)	TN (g kg ⁻¹)
0	14,74a	61,63a	4,19a	29,36a	2840a	48,63 c
50	14,99a	61,27a	4,07a	29,02a	2932a	49,81 bc
100	16,56a	68,31a	4,08a	29,79a	2982a	53,21ab
150	15,17a	62,09a	4,15a	29,37a	2938a	53,59a
C.V. (%)	16,86	19,29	9,88	3,56	10,73	5,30
D.M.S.	2,30	10,85	0,36	0,93	279	3,60

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Entretanto, Stone & Moreira (2001) constataram que a massa de 100 grãos foram influenciadas com o aumento nas doses de N, resultante da grande influência do N, e a regressão que mais se ajustou foi a quadrática. Meira et al. (2005) relataram que, para a massa de 100 sementes, não houve efeito significativo, tanto das doses como das épocas de aplicação de N, o que mostra que essa característica apresenta menor variação porcentual decorrente das alterações no meio de cultivo (Crusciol et al., 2003). Para I₁ e I₃ na dose 0 de nitrogênio, os valores de MG foram superiores em comparação as doses de 50 e 150 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4).

Para MG a irrigação influenciou de forma significativa, ao nível de 5% de probabilidade, no qual o tratamento I₃ se destacou entre os demais tratamentos de irrigação (Tabela 2). De acordo com a Tabela 4, verifica-se que a maior massa de 100 grãos foi encontrada no tratamento I₃ com a associação com a dose de adubação nitrogenada de 100 kg ha⁻¹, que diferiu estatisticamente dos demais ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 2, a PG obteve seu maior valor quando foi aplicado a menor lâmina por irrigação (I₁) e diferiu apenas da lâmina I₃, que não diferiu da lâmina I₂ e apresentou resposta linear decrescente ($R^2 = 0,93$) com a equação 1.

$$PG = -27,19 I + 3596,3 \quad (1)$$

Entretanto, para as doses de N, não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para a produtividade e, aplicando em cobertura a dose de 100 kg ha⁻¹ de N no feijoeiro, encontrou-se a produtividade máxima na ordem de 2982 kg ha⁻¹ (Tabela 3). Contudo, o efeito do nitrogênio na produtividade apresentou-se de maneira quadrática ($R^2 = 0,99$) e os dados ajustaram a equação 2.

$$PG = -0,0134N^2 + 2,6957N + 2838,3 \quad (2)$$

De acordo com Arf et al. (2004), as lâminas de água utilizadas e estimadas com diferentes coeficientes de cultura para um mesmo estágio fenológico não alteraram a

produtividade, mesmo com uma diferença de aproximadamente 100 mm de água durante o ciclo da cultura. Rapassi et al. (2003), testando as doses de 20, 40, 60, 80 e 100 kg de N ha⁻¹ com duas fontes, uréia e nitrato de amônio, no sistema plantio direto, constataram não haver diferenças entre os níveis de produtividade em função das doses de N aplicadas. Santos et al. (2003) observaram que os efeitos das doses de N foram lineares em relação aos três métodos e épocas de aplicação na produtividade do feijoeiro, havendo aumento de 10,6 kg ha⁻¹, 9,9 kg ha⁻¹ e 5,3 kg ha⁻¹ de grãos de feijão para cada kg de N aplicado nos métodos e nas épocas e, com isso, ressaltam que a aplicação a lanço de parte do N propiciou menor resposta do feijoeiro, indicando, provavelmente, a ocorrência de maiores perdas de NH₃ quando o fertilizante nitrogenado foi aplicado na superfície do solo.

Na Tabela 2, ainda pode-se verificar que o TN em função das lâminas de irrigação não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade; entretanto, o TN cresce proporcionalmente quando se aumenta a reserva de água no solo. De acordo com Pozzebon et al. (1996), a boa disponibilidade hídrica para a cultura do feijoeiro é de suma importância, concluindo que, em função desta, as plantas acumulam mais nutrientes (N, P e K) na parte aérea. Garrido et al. (2000) relataram efeito positivo da lâmina de água na absorção de nutrientes pelo feijoeiro, encontrando maiores absorções quando aplicada lâmina média de água; lâmina excessiva ou deficitária diminuiriam a absorção de nutrientes.

O TN em função das doses de N em cobertura apresentou interação significativa ao nível de 5% de probabilidade, e pode-se observar, na Tabela 3, que o TN aumenta quando se aumenta as doses de N, obtendo assim resposta linear e evidenciando que o feijoeiro obteve boa absorção de N. A dose de 150 kg ha⁻¹ e 100 kg ha⁻¹ de N não diferiram entre si, porém, a dose de 150 kg ha⁻¹, comparando-se com as doses de 0 kg ha⁻¹ e 50 kg ha⁻¹ de N apresentou maior teor de N na folha; resultado semelhante foi encontrado para a dose de 100 kg ha⁻¹ de N, quando comparada com a dose de 0 kg ha⁻¹ de N. Observou-se valores de N foliar de 48,63 g kg⁻¹ (0 kg ha⁻¹ de N) até 53,59 g kg⁻¹ (150 kg ha⁻¹ de N). Stone & Moreira (2001) mostraram que o aumento da produtividade do feijoeiro com incremento da dose de N aplicada em cobertura também pode ser explicado pelo efeito significativo, linear e positivo do N sobre o índice de área foliar (IAF), produção de matéria seca (MS), teor de N nas plantas (TN) e quantidade de N absorvido (QN). Porém, Ambrosano et al. (1999) não observaram incremento no teor de nitrogênio nas sementes em função de doses e parcelamentos de adubação nitrogenada em cobertura.

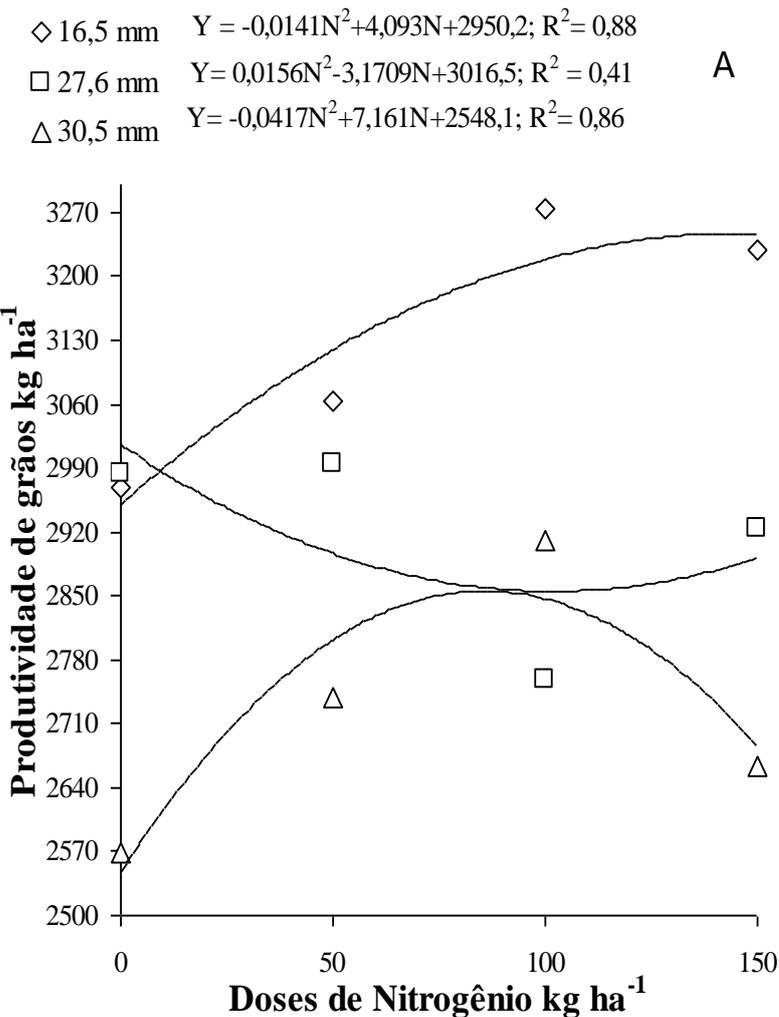
Tabela 4. Interação entre a lâmina de irrigação e doses de nitrogênio em relação à massa de 100 grãos (g).

Irrigação	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				C.V. (%)
	0	50	100	150	
I ₃	30,41aAB	29,48aB	31,37aA	30,16aAB	3,45
I ₂	28,46 bA	29,07aA	28,29 bA	29,57abA	3,62
I ₁	29,22abA	28,51aA	29,72 bA	28,38 bA	3,61
C.V. (%)	3,63	3,68	3,58	3,63	-

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Diferentemente dos outros componentes observados, verifica-se na Tabela 4 que a MG foi influenciada pela irrigação em função das doses de N, como para as doses de N em função da irrigação. Analisando os dados da Tabela 4, observa-se que, apenas para lâmina I₃, houve

diferença significativa em relação as diferentes doses de N e, com a dose de 50 kg ha⁻¹ de N, os tratamentos de irrigação não diferiram significativamente entre si porém, a lâmina I₃, em comparação com as demais lâminas, foi superior para todas as doses N, mostrando que o grão obtém maior massa quando se aplica lâminas com menores reservas de água no solo que, em função do turno de rega, expõem o feijoeiro a maiores intervalos de irrigação e, conseqüentemente, a prováveis déficits hídricos, podendo prejudicar a translocação de substâncias solúveis, fotossintatos e carboidratos. Não houve diferença significativa da lâmina I₁ e I₂ em função das doses de N. Contudo, provavelmente, houve restrição hídrica no tratamento I₃, o que resultou em menor produtividade de grãos e uma menor quantidade de grãos por vagem, uma vez que, de acordo com Portes (1996), a deficiência hídrica tem efeito na atividade metabólica e, talvez, como consequência disto, reflita o seu efeito sobre a viabilidade dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e do embrião, podendo resultar em abscisão e abortamento de órgãos vegetativos e reprodutivos, além de redução da taxa fotossintética. Ressalta-se, contudo, que uma maior taxa de abortamento de órgãos reprodutivos pode acarretar em maior desenvolvimento das sementes viáveis, resultando em maior massa das mesmas como pode ser verificado na Tabela 2. Entretanto, Guerra et al. (2000) destacam que esse componente de produtividade é mais afetado pelos regimes hídricos do que pelas doses de N e correlaciona que 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.



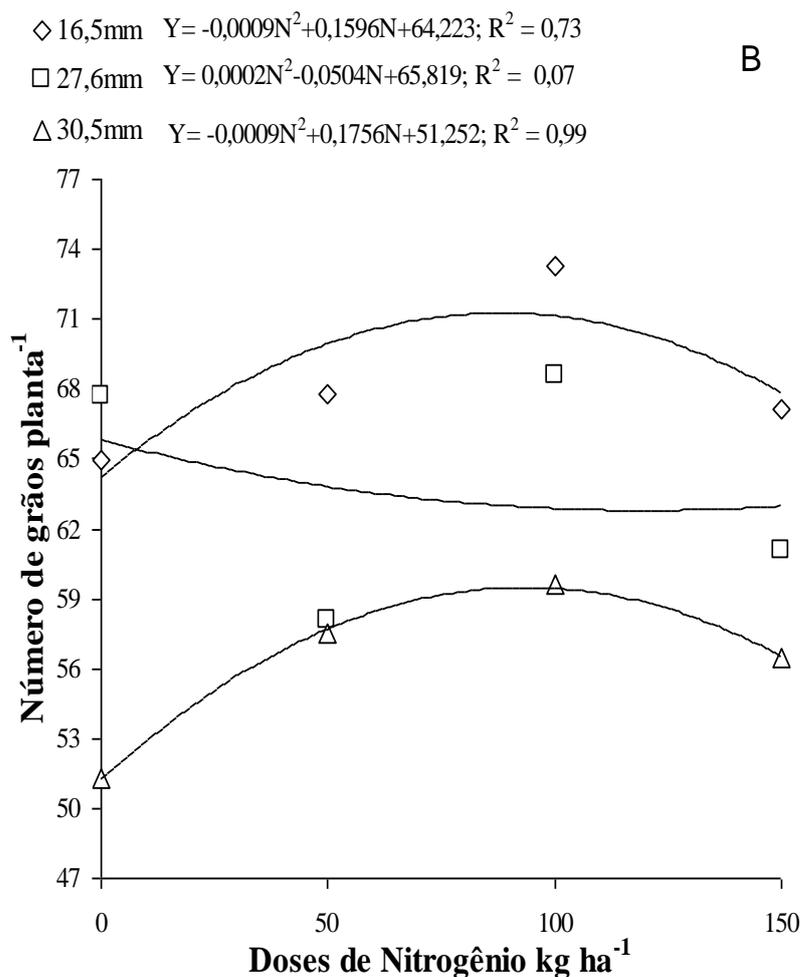
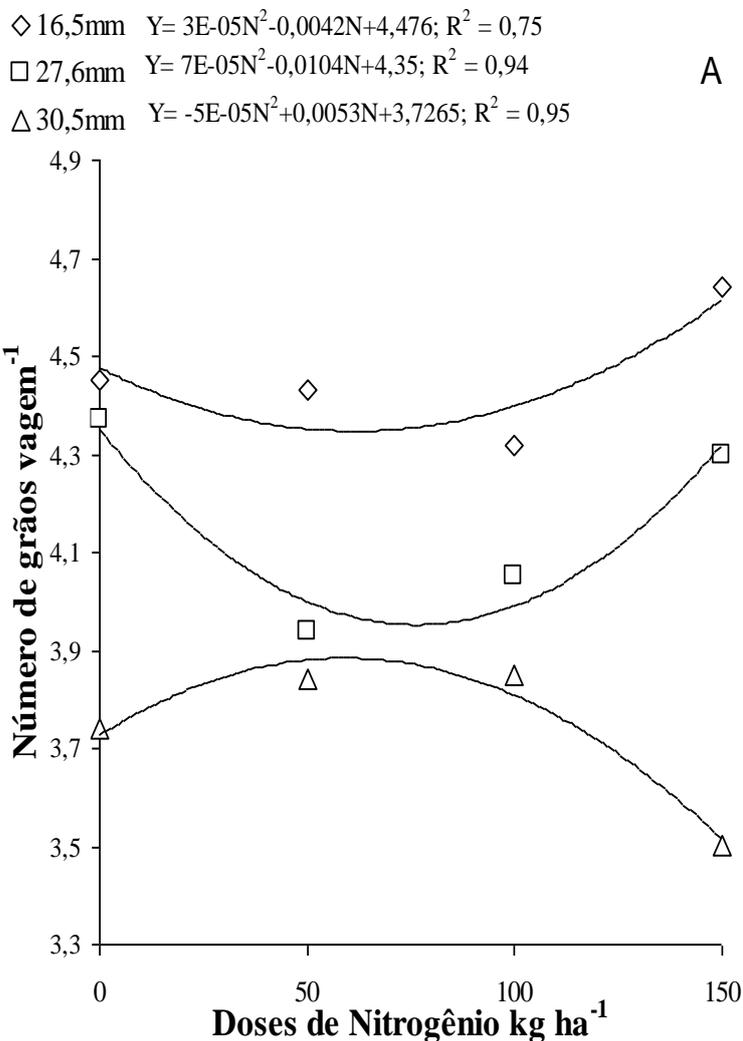


Figura 1. Equações de correlação da produtividade e número de grãos planta⁻¹, em função das doses de N para cada lâmina de irrigação.

Pela dispersão dos dados apresentados na Figura 1A, observa-se que a produtividade teve vários comportamentos. A lâmina I₁ mostrou superioridade entre as demais lâminas, aplicando-se a dose de N de 50, 100, 150 kg ha⁻¹; embora tenha verificado resposta quadrática, a produtividade apresentou boa correlação. A lâmina I₃ apresentou produtividade de grãos inferior em todas as doses testadas. Contudo, observa-se que a lâmina I₁ e I₃ mostraram tendência em aumentar sua produtividade até a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N. Para a produtividade alcançada com a lâmina I₂, pode-se verificar que, aplicando-se doses superiores a 50 kg ha⁻¹ de N, há uma queda na produtividade de grãos. Silva et al. (2004), avaliando o manejo do solo e adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno, obtiveram produtividades influenciadas pelas doses de nitrogênio, e incrementos significativos foram obtidos com a aplicação de 75 a 100 kg N ha⁻¹; porém, tais incrementos não foram suficientes para expressar a dose ideal de N aplicado em cobertura a fim de se obter a produtividade máxima.

Nota-se também que, verificando a lâmina de I₂ com a dose 0 de N, equivale a interação entre a lâmina I₁ e a dose de 100 kg ha⁻¹ de N, fato interessante, que mesmo sem a aplicação de N em cobertura alcançou igual ou superior valor de NGV, podendo, provavelmente, ser explicado pelo fato do solo ter sido cultivado em sistema irrigado no ano

anterior, com cultura feijoeiro que contribuiu para fixação do N, recebendo doses criteriosas de adubação de base, além de possuir boa fertilidade natural, contendo teores adequados de nutrientes. Para o número de vagens por planta, foram encontrados diferentes comportamentos (Figura 2B), onde a lâmina de irrigação I₂ nas diferentes doses de N apresentou disposição linear com ótimo coeficiente de correlação e com pouca diferença, aplicando 50 e 100 kg ha⁻¹ de N. Com respeito a outras lâminas, observou-se resposta quadrática encontrando o maior valor de NVP com irrigação de 27,5 mm e aplicando em cobertura 100 kg ha⁻¹ de N. Tanto para a lâmina I₁ como para a I₂, observa-se que NVP decresceu bruscamente quando interagiu com a dose de 150 kg ha⁻¹ de N. Farinelli et al. (2006) relataram que, entre os componentes da produção, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem sofreram influência das doses de adubação nitrogenada (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) e encontraram 8,1; 9,4; 9,2; 10,2 e 12,5 NVP, respectivamente.



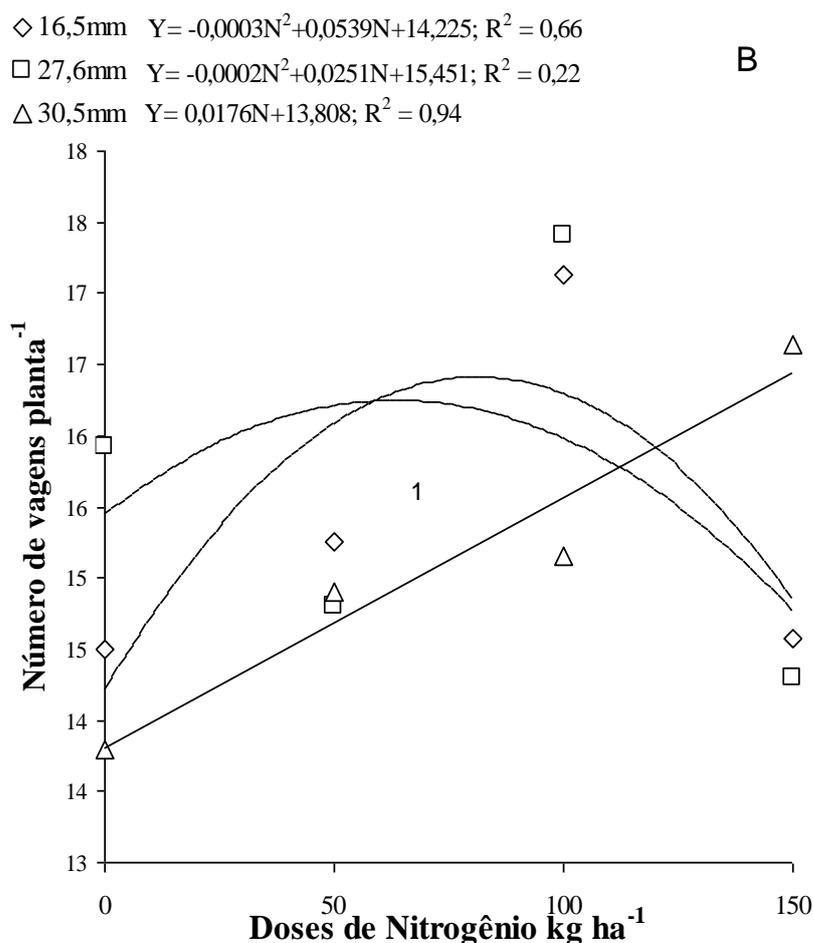


Figura 2. Equações de correlação do número de grãos vagem⁻¹ e número de vagens planta⁻¹, em função das doses de N para cada lâmina de irrigação.

Para Meira et al. (2005), que utilizaram o cultivar IAC carioca, as doses de N influenciaram a produtividade de grãos, ficando evidente a participação do número de vagens por planta, já que houve correlação significativa entre essas duas avaliações, alcançando o máximo NVP, aplicando em cobertura 200 kg ha⁻¹ de N. Os resultados de NVP relatados neste trabalho mostraram ser superiores à média encontrada em outros estudos, evidenciando que essa característica pode estar mais ligada ao tipo de cultivar utilizado.

6 CONCLUSÕES

1. A lâmina de irrigação não influenciou o número de vagens por planta e o teor de nitrogênio nas folhas.
2. A maior produtividade de grãos foi obtida com a associação entre a lâmina de 16,5 mm e aplicação de 100 kg de N ha⁻¹.
3. As doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) influenciaram apenas o teor de nitrogênio nas folhas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. Pan evaporation method. In: _____. **Crop evapotranspiration**. Roma: FAO, 1998, p.78-85, (Irrigation and Drainage, 56).
- AMBROSANO, E. J. et al. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC Carioca. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 393-399, 1999.
- ARF, O. et al. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.
- BINOTTI, F. F. S. et al. Manejo do solo e da adubação nitrogenada na cultura de feijão de inverno e irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 121-129, 2007.
- CHIEPPE JÚNIOR, J. B. et al. Efeitos de níveis de cobertura do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro irrigado, em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v.12, n. 2, p. 117-184, 2007.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 412p, 1999.
- FARINELLI, R. et al. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 102-109, 2006.
- GARRIDO, M. A. T. et al. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 187-194, 2000.
- GUADAGNIN, J. C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p.277-286, 2005.
- 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, DF, v. 35, n. 6, p. 1229-1235, 2000.
- JADOSKI, S. O. et al. Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2003.

- LOPES, A. S. et al. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 89-100, 2004.
- MEIRA, F. A. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 4, p. 383-388, 2005.
- MOREIRA, J. A. A.; SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Irrigação. In: ARAUJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, Potafos, 1996. p. 465-521.
- NÓBREGA, J. Q. et al. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 437-443, 2001.
- PEREIRA, A. L.; MOREIRA, J. A. A.; KLAR, A. E. Efeito de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 1, p. 42-52, 2002.
- PESSOA, A. C. S. et al. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-74, 1996.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 101-138.
- POZZEBON, E. J. et al. Concentração de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea do feijoeiro em resposta à irrigação, fertirrigação e micronutrientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 191-196, 1996.
- RAPASSI, R. M. A. et al. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, p. 397-404, 2003.
- SANTOS, A. B. et al. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, 2003.
- SILVA, M. G. et al. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 307-312, 2004.
- SILVA, F. A. M. et al. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 717-724, 2006.
- SILVEIRA, P. M. et al. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 2, p. 257-263, 2001.

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

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**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

TORRES, J. L. R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.