



Resposta do feijoeiro de inverno à manejo de irrigação e doses de nitrogênio em cobertura no sistema plantio direto¹

Response of the bean winter to irrigation management and nitrogen cover rates in no-tillage system

Gabriel Queiroz de Oliveira², Adriano da Silva Lopes², Renato Jaqueto Goes³, Sebastião Nilce Souto Filho³

¹Unidade Universitária de Aquidauana (UUA), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana, Curso de Mestrado em Agronomia, Rodovia CERA km 12, CEP: 79200-000, Aquidauana, MS, E-mail: gabrieluems@yahoo.com.br.

³Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/Feis, Ilha Solteira, SP.

Recebido em: 26/07/2009

Aceito em: 15/07/2010

Resumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de produtividades do feijoeiro a diferentes manejos de irrigação e à adubação nitrogenada, em sistema plantio direto, no município de Aquidauana - MS. O experimento foi conduzido na Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual do Mato Grosso Sul (UUA/UEMS), cujo solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, utilizando-se o cultivar de feijão Pérola semeado em 30 de junho de 2007. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas composto por três blocos e duas replicações dentro de cada bloco. As parcelas foram compostas por três manejos de irrigação; método tanque Classe "A" (TCA), equação Hargreaves-Samani (HARG) e manejo por tensiometria (TENS). As subparcelas foram compostas por quatro doses de adubação nitrogenada (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹). Os dados foram submetidos à análise variância e comparados por teste de médias Tukey a 5% de probabilidade. Conclui-se que a maior produtividade de grãos foi obtida com a combinação do manejo de irrigação com tanque Classe A e a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (11,91 g planta⁻¹).

Palavras chave. *Phaseolus vulgaris*, evapotranspiração, tanque Classe "A", uréia.

Abstract. The objective of this study was to evaluate the components of yield of the dry bean to different irrigation management and nitrogen fertilization, no-tillage system in Aquidauana – MS, Brazil. The experiment was conducted at the Unidade Universitária de Aquidauana – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UUA/UEMS), whose soil of the area was classified Alfisol, using the dry bean crop "Perola" sown in June 30 2007. The experimental design was randomized blocks with split plots consist of three blocks and two replications within each block. The plots were composed of three irrigation management; method Class A pan (CAP), Hargreaves-Samani equation (HARG) and management by tensiometers (TENS). The sub-plots were composed of four levels of nitrogen fertilization (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹). The data were submitted to variance analysis and averages compared by Tukey test at 5% probability. It is concluded that the highest grain yield was obtained with the combination of irrigation management with Class A pan and the application of 100 kg ha⁻¹ of nitrogen (11.91 g plant⁻¹).

Key-words. *Phaseolus vulgaris*, evapotranspiration, Class A pan, urea.

Introdução

No Brasil, o cultivo do feijoeiro constitui-se em uma das principais explorações agrícolas, sendo preferencialmente cultivado por pequenos produtores rurais, principalmente dentro da agricultura familiar. Diante dos avanços tecnológicos e das características sociais e econômicas, a cultura do feijoeiro vem sendo

praticada, nos dias atuais, por produtores rurais que dispõem dos mais variados níveis de tecnologia, sendo dos mais simples aos mais avançados.

A cultura do feijoeiro tem sido implantada em novas áreas, dentre as quais se destaca a região noroeste de São Paulo, Sul de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Tocantins e Mato Grosso do



Sul, utilizando-se irrigação e fertilizantes sintéticos (Ferreira et al., 2000).

Considerando ainda que os custos de produção sejam maiores em uma agricultura irrigada (energia elétrica, mão de obra, etc.), faz-se necessário uma série de medidas por parte do produtor rural para minimizar os riscos de perda de produtividade da cultura. Entre elas, fazer o manejo da irrigação e, também, aplicar os adubos de acordo com análises químicas do solo, bem como adubações de cobertura de maneira racional e que reflitam em maior produtividade e lucratividade.

Embora a produtividade de grãos do feijão tenha crescido acentuadamente nas últimas décadas, problemas como excesso ou falta de fertilização ainda são frequentes. Segundo Teixeira et al. (2000), a produtividade da cultura do feijoeiro no Brasil é considerada baixa, várias causas são apontadas como responsáveis por essa situação. Dentre os fatores de ordem técnica, o emprego racional de fertilizantes (principalmente nitrogenados) e o uso de adequadas populações de plantas, aliados a cultivares de elevado potencial genético, apresentam-se como alternativas viáveis para amenizar o problema.

A adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água é de fundamental importância para a sustentabilidade, de tal forma que se possa, economicamente, manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade (Wutke et al., 2000).

Com a expansão da produção do feijão de inverno irrigado nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, aumentou-se a necessidade de avaliação de práticas culturais inerentes a elas, tais como adubação verde, rotação de culturas,

preparo do solo e plantio direto, visando a ganhos na produtividade com menores custos, propiciando, com o tempo, melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo (Silva et al., 2006). De acordo com Cardim & Cataneo (2005), devido à globalização da economia, a agricultura brasileira terá de ser mais eficiente e produtiva para ser competitiva. Neste contexto, o aumento de produtividade, assim como a qualidade dos produtos devem ser objetos de estudo.

Diante do que foi exposto, este trabalho teve por objetivo verificar a resposta de componentes de produtividade do feijoeiro a diferentes manejos da irrigação e da adubação nitrogenada de cobertura no segundo ano de plantio direto, irrigada por aspersão convencional, no município de Aquidauana – MS.

Material e Métodos

O trabalho de pesquisa foi conduzido na área experimental de agricultura da Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UUA/UEMS), localizada no município de Aquidauana – MS, com coordenadas geográficas 20° 20' Sul, 55° 48' Oeste e altitude média de 174 metros. O clima da região, segundo a classificação KÖPPEN, é descrito como Aw, definido como clima tropical quente subúmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno e precipitação média anual de 1200 mm. O solo da área, segundo Embrapa (1999), é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, fisicamente profundo, moderadamente drenado e com textura arenosa.

Na Figura 1, encontram-se a temperatura média e umidade relativa do ar no decorrer do ciclo da cultura do feijoeiro em dias após a emergência (DAE).

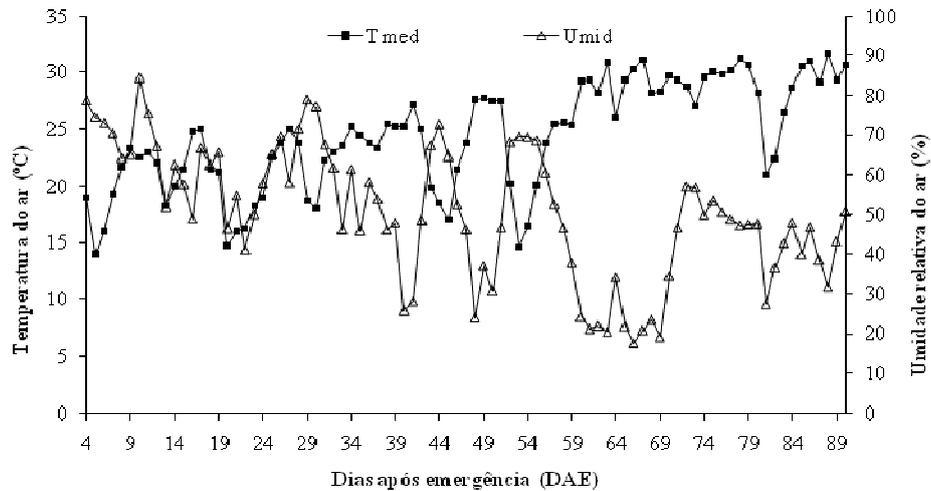


Figura 1. Temperatura média (T med) e umidade relativa (Umid) entre os dias 10 de julho de 2007 a 4 de outubro de 2007 em Aquidauana-MS.

As características químicas do solo foram determinadas na camada de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo antes da semeadura do feijoeiro. Aquidauana-MS. 2007.

Profundidade (m)	pH	P	M.O.	Textura	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T
		mg dm ⁻³	%								
0,0 – 0,2	6,1	44,4	1,4	3*	0,25	2,0	0,3	0,1	2,7	2,55	5,25
0,2 – 0,4	6,0	81,0	2,0	3*	0,45	2,2	0,5	0,1	3,3	3,15	6,45

*pH em água 1:2,5; * Textura 3: corresponde a um solo arenoso, contendo menos de 15% de argila.

Baseando-se nos resultados da análise do solo (Tabela 1) e nas recomendações de Souza & Lobato (2004), não houve necessidade de aplicação de calcário e adotou-se como a adubação de manutenção à aplicação de 20, 30 e 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, adicionados no momento da semeadura, que foi realizada de forma mecânica. Dessa forma, para a adubação de semeadura utilizou-se o formulado 4-20-20 + uréia, contendo 205 + 26 kg ha⁻¹, respectivamente.

A curva característica média de retenção de água do solo foi determinada no perfil de 0 a 0,4 m. O modelo matemático empregado na determinação da umidade do solo em função do potencial matricial foi o de van Genuchten (1980). Após a determinação das constantes empíricas do modelo, foi determinada a capacidade de água disponível (CAD) e água facilmente disponível (AFD) as quais foram de 33,1 e 16,5 mm respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas,

utilizando três blocos e duas replicações dentro de cada bloco (Banzatto & Kronka, 1989). Os tratamentos empregados nas parcelas corresponderam a três manejos de irrigação, descritos assim como: manejo de irrigação baseada na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) a partir da evaporação diária do tanque Classe “A” (TCA), manejo de irrigação baseada na estimativa da ET_o a partir da equação Hargreaves-Samani (HARG), com fator “p” de 0,5 (Allen et al., 1998) e, manejo de irrigação com tensiômetros (TENS), com irrigação ao potencial mátrico de -40 kPa no momento da aplicação (Silveira & Stone, 1994). Para os tratamentos TCA e HARG, a irrigação era realizada sempre que a somatória da evapotranspiração da cultura (ET_c) fosse igual ou superior a AFD. A irrigação no tratamento TENS, era realizada, quando o potencial mátrico fosse igual ou inferior a -40 kPa, aplicando-se uma lâmina líquida de 16,5 mm.

Nas subparcelas, os tratamentos estipulados foram quatro concentrações de adubação nitrogenada aplicada em cobertura, sendo de 0,



50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹, no qual fonte de N foi à uréia.

A área total irrigada possuía 0,81 ha, sendo utilizado aspersor marca Agropolo®, com vazão de 2,87 m³ h⁻¹ e pressão de serviço de 30 m.c.a., instalados a 1 m de altura do solo. 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. Nelas, estavam contidas as quatro subparcelas, contendo os tratamentos de doses de nitrogênio, em duas replicações, totalizando 8 unidades experimentais por parcela, coincidindo com a sobreposição dos jatos de água aplicados pelos aspersores, cujas áreas das unidades experimentais compreendiam três linhas de plantas com 5,0 m de comprimento, correspondendo a 6,75 m².

O histórico dos cultivos realizados na área do presente experimento consistiu no cultivo da cultura do feijoeiro empregando o manejo convencional do solo no ano de 2005 e, plantio direto no ano de 2006. Na área experimental, antes da implantação do feijoeiro havia grande presença de plantas invasoras principalmente a ocorrência de capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.), leiteira (*Euphorbia heterophylla* L.) e milheto (*Pennisetum glaucum* L.) esse último remanescente do experimento anterior, usado como cobertura morta. Com auxílio de um quadrado metálico de 1 m², fez-se 20 amostragem das plantas invasoras de forma aleatória na área experimental. O material vegetal foi acondicionado em estufa de circulação forçada a 65 °C por período de 72 h e, posteriormente, pesado. Assim, foi verificada uma média de 3,8 Mg ha⁻¹ de cobertura morta. No dia 17 de junho de 2007 as plantas daninhas foram dessecadas através da aplicação do herbicida Glyphosate na dose de 3 L ha⁻¹ do produto comercial contendo 360 g i.a. L⁻¹. O feijoeiro foi mecanicamente semeado dia 30 de junho de 2007, utilizando o cultivar Pérola, com sementes suficientes para obtenção de 13 plantas por metro linear.

A adubação nitrogenada em cobertura foi aplicada aos 36 dias após a emergência (DAE), com posterior irrigação (5 mm) para minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização.

A colheita foi realizada manualmente nos dias 3 e 8 de outubro de 2007 correspondendo aos 89 e 94 DAE respectivamente, sendo esse fato

justificado devido à diferença nas fases de reprodução do feijoeiro, no qual os tratamentos de irrigação TCA e HARG encontravam-se mais desenvolvido em relação ao TENS. O arranquio do feijoeiro foi realizado de forma manual, somente na área útil demarcada que correspondia a três linhas de plantas por 5 m de comprimento, contando-se todas as plantas de cada subparcela, sendo as plantas acondicionadas em sacos.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: número de grãos por planta (NGP), estande final de plantas (EF), eficiência no uso da água (EUA) e produtividade de grãos (PG). A produtividade de grãos foi corrigida a 13% de umidade em base úmida e foi obtida com as plantas que se encontravam na área útil da parcela. A EUA foi encontrada por meio da razão entre a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e total de lâmina aplicada (mm) (Pereira et al., 2002). As análises de variância foram realizadas com auxílio do *software* ESTAT. Os tratamentos de irrigação foram comparados pelo teste de médias Tukey a 5% de probabilidade. Para estimar o modelo matemático que melhor representa a tendência das disposições dos dados para estabelecimento de uma relação de causa e efeito, utilizou-se o procedimento de regressão nas doses de nitrogênio para cada manejo de irrigação.

Resultados e Discussão

O regime de água (chuva + irrigação) aplicado durante o experimento foi de 410,5; 431,1 e 471,1 mm para o manejo com equação Hargreaves-Samani (HARG), tanque Classe A (TCA) e tensometria (TENS) respectivamente (Tabela 2). O fato da lâmina de total do manejo TENS apresentar superioridade em relação ao manejo TCA e HARG, pode ser atribuído, ao fato de que talvez o tensiômetro não tenha expressado a condição hídrica do solo em referência a necessidade do feijoeiro cultivado em segundo ano de plantio direto, indicando que possivelmente a tensão de crítica estudada (40 kPa) não foi a mais adequada, supondo que a irrigação com tensiômetro seja a tensões inferiores a 40 kPa. Pavani et al. (2008) salientam que o manejo de irrigação com TENS, manteve condições de maior variabilidade de potencial mátrico quando comparado com manejo de TCA tanto em sistema plantio direto com plantio convencional. Segundo Reichardt & Tim (2004), a quantidade de água absorvida do solo pelas plantas não é somente função do seu potencial,

mas, também, da habilidade das raízes em absorver a água do solo com que estão em contato, bem como das propriedades do solo no

fornecimento e na transmissão dessa água às raízes, em uma proporção que satisfaça as exigências da transpiração.

Tabela 2. Lâmina de irrigação, número de irrigações e turno de rega em função do manejo de irrigação durante o ciclo do feijoeiro. Aquidauana-MS. 2007.

Manejo de Irrigação	Lâmina de irrigação (mm)	Lâmina Total ¹ (mm)	Número de irrigações	Turno de Rega (dias)
TCA	350,5	431,1	21	5,4
HARG	329,9	410,5	20	5,1
TENS	390,5	471,1	24	5,7

¹Precipitação pluviométrica + irrigação

Na Tabela 2, verifica-se que o manejo TENS ocasionou três irrigações a mais, em relação ao manejo TCA. O turno de rega apresentou uma pequena variação entre todos os tratamentos de irrigação estudados. Pereira et al (2002), atribuíram as grandes variações no turno de rega às porcentagem na cobertura do solo, mostrando que com massa de 9 t ha⁻¹ de *Brachiaria decumbens* ou com zero de cobertura morta pode ser obtida uma diferença na ordem de três dias.

Para o tratamento de irrigação com TCA 26,4% da precipitação ocorreu no período vegetativo (113,7 mm) e 73,6% no período reprodutivo (317,4 mm). Para o tratamento de irrigação HARG, 27,7% da precipitação foi no estágio vegetativo (113,7 mm) e 72,3% no estágio reprodutivo (296,78 mm) e no tratamento TENS a

precipitação no estágio vegetativo foi de 19,8% (93,3 mm) e 80,2% na fase reprodutiva (377,8 mm). Em resultados de experimento publicados por Lopes et al. (2004), os autores relataram que entre os métodos de manejo de irrigação (TENS e TCA), as lâminas médias aplicadas foram significativamente diferentes, sendo que o tratamento TENS recebeu menor quantidade total de água por irrigação (299,30 mm), o que significou uma economia de 15% em relação à lâmina total média de irrigação aplicada no tratamento TCA (351,82 mm).

Na Figura 2 verifica-se que a maior ETC (11,95 mm dia⁻¹) foi encontrada no manejo com TCA aos 62 DAE, no qual o feijoeiro encontrava-se no estágio R7. A ETC média estimado pelo método TCA foi na ordem de 4,6 mm dia⁻¹ e, pelo método HARG, a média foi de 4,3 mm dia⁻¹.

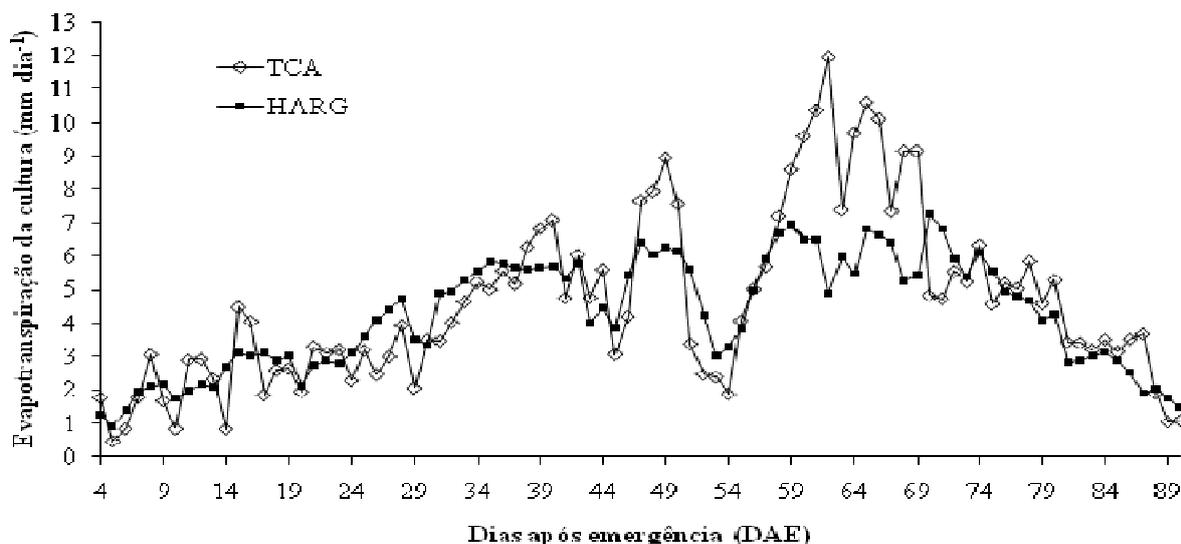


Figura 2. Evapotranspiração da cultura do feijoeiro, utilizando o manejo com tanque Classe A (TCA) e Hargreaves-Samani (HARG). Aquidauana-MS. 2007.



O período que houve as maiores variações de ETc foi entre 44 e 71 DAE (Figura 2), sendo explicado pelo fato deste ser o período que apresentou a maior variação de temperatura e umidade relativa (Figura 1). Stone et al. (2006), estudando o efeito da palhada de culturas de cobertura na evapotranspiração do feijoeiro irrigado cultivado, em sistema plantio direto, verificaram que as lâminas totais de água aportadas à cultura do feijoeiro foram de 460,4 e 437,7 mm, no primeiro e segundo ano, respectivamente e que, no segundo ano, apesar de as baixas temperaturas terem alongado o ciclo do feijoeiro (99 dias contra 92 no primeiro ano), a mais baixa demanda evaporativa da atmosfera fez com que a necessidade de água fosse menor.

O número de grãos por planta (NGP) foi influenciado pelo manejo de irrigação (Tabela 3). De acordo com Guerra et al. (2000), a resposta do

número de grãos por planta à aplicação de nitrogênio são maiores quando as irrigações são feitas a tensões mais baixas de água no solo. Para o NVP o manejo TCA não diferiu estatisticamente do manejo HARG, contudo, os mesmos diferiram do manejo TENS (Tabela 3). A menor produtividade de grãos para o manejo TENS pode ter sido ocasionada pelo estresse hídrico que a cultura do feijoeiro passou na fase vegetativa. Segundo Stone & Moreira (2001) um estresse hídrico de pequena intensidade na fase vegetativa já tem reflexo negativo sobre eles.

Verifica-se na Tabela 3, que o estande final do feijoeiro não apresentou diferença ($p>0,05$), para o tratamento de irrigação. Esse fato pode ser ocasionalmente explicado mediante ao mesmo tipo de manejo do solo, que neste trabalho foi o sistema plantio direto, sendo este fator que mais influencia no estande de plantas.

Tabela 3. Número de grãos por planta (NGP), estande final de plantas (EF), eficiência no uso da água (EUA) e produtividade de grãos (PG) em função do manejo de irrigação. Aquidauana-MS. 2007.

Manejo de Irrigação	NGP	EF (planta m ⁻²)	EUA (kg mm ⁻¹ ha ⁻¹)	PG (g planta ⁻¹)
TCA	35,11 a	28,28 a	7,03 a	10,76 a
HARG	33,71 a	28,84 a	7,32 a	10,49 a
TENS	24,42 b	27,46 a	4,59 b	7,61 b
C.V. (%)	20,13	11,50	20,10	20,02
D.M.S.	4,96	2,57	1,01	1,53

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

Pavani et al. (2008), ressaltaram que o estande final de plantas não foi influenciado pelo manejo de irrigação, mas, quando à irrigação é monitorada por tensiômetros, que apresenta o comportamento real da água no solo, o sistema plantio direto se destaca, apresentando maior estande final de plantas de feijoeiro, embora, não interfira na produtividade de grãos.

O manejo TCA, numericamente apresenta a maior produtividade de grãos em relação ao HARG e ambos os tratamentos foram significativamente superiores ao manejo TENS. O feijoeiro obteve maior eficiência no uso da água com o manejo HARG, que não diferiu do TCA e que ambos diferiram do manejo TENS (Tabela 3). Novamente, a menor produtividade de grãos para o manejo TENS pode ter sido ocasionada pelo estresse hídrico que a cultura do feijoeiro passou na fase vegetativa indicando que provavelmente o potencial mátrico crítico de água no solo estudado

(-40 kPa), não foi a mais adequado devido a condições climáticas da região, que apresentou grandes variações de temperatura e umidade relativa (Figura 1). Assim ressalta-se, a importância de um adequado manejo de irrigação que possa satisfazer as necessidades hídricas do feijoeiro em todos os estádios de desenvolvimentos.

Santana et al. (2008) verificaram que independente da época de suspensão de irrigação, há um aumento na produção em função da reposição de água, atingindo o máximo com a reposição de água correspondente 100% de água consumida, havendo queda de produtividade após esse valor.

O valor médio da EUA (6,31 kg ha⁻¹ mm⁻¹) encontrado neste trabalho, está abaixo dos valores encontrados por Pereira et al. (2002), que foram na ordem de 8,04 kg ha⁻¹ mm⁻¹ verificando os níveis de cobertura do solo sobre o manejo de

irrigação com tensiômetros, no qual, a irrigação era realizada quando se atingia o potencial mátrico de -30 kPa. Pavani et al. (2008) atribuíram a menor EUA com o monitoramento da irrigação com tensiômetro ao pouco tempo de aplicação do plantio direto (2 anos).

Os resultados de número de grãos por planta, entre a associação do manejo de irrigação e doses de nitrogênio, ajustaram-se a uma função quadrática (Figura 3A). Com a aplicação de 100 kg de N ha⁻¹ e utilizando o manejo TCA foi possível alcançar o valor de 39 grãos por planta. Em estudo conduzido por Alvarez et al. (2005) no ano de 1999 e 2000, os autores mostraram que as doses de nitrogênio influenciaram o número de grãos por planta, ajustando a uma função linear. Esses resultados foram confirmados por Teixeira et al. (2005), que também verificaram aumento no número de grãos por planta com o aumento da adubação nitrogenada. De acordo com os valores

da Tabela 2, pode-se entender que a irrigação com o manejo TENS foi responsável pelos baixos valores dessa associação e que, supostamente, passou por estresse hídrico, afetando o número de grãos por planta. A equação que mais se ajustou a distribuição dos dados foi à quadrática com coeficiente de determinação (R²) de 0,80. Em todos os tratamentos de irrigação houve uma tendência de queda no números de grãos por planta quando utiliza-se adubação acima de 100 kg de N ha⁻¹, mostrando assim que a adubação ótima para obtenção de número de grãos por planta é até 100 kg de N ha⁻¹.

Observa-se na Figura 3B, que o estande final de plantas em relação ao manejo HARG apresentou baixo R² (0,10) e as equações de regressão que mais se ajustaram foram as quadráticas. Para o manejo TCA, o estande final de plantas que mais se destacou, foi com a combinação da dose 0 de N.

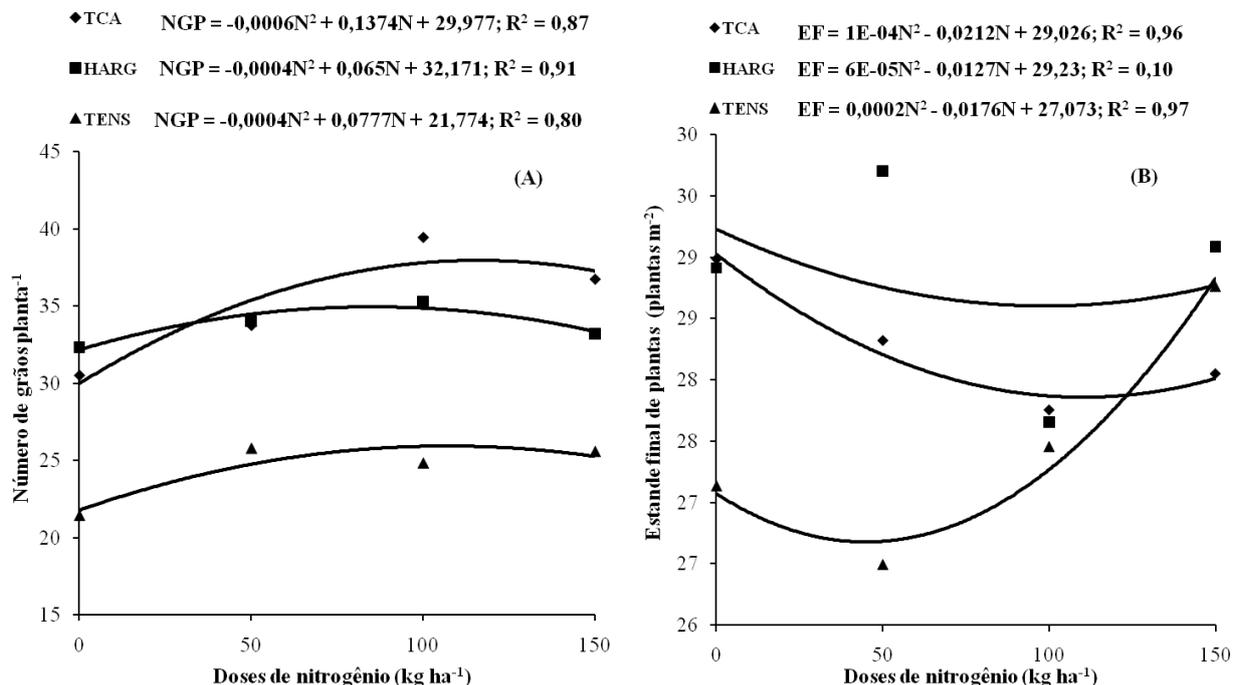


Figura 3. Número de grãos por planta (A) e Estande final de plantas (B), em relação às doses de nitrogênio nos manejos de irrigação. Aquidauana-MS. 2007.

Observa-se na Figura 4A, que a EUA, apresentou um comportamento quadrático para o manejo TCA e HARG e, contudo, obteve um aumento linear até próximo da dose de nitrogênio de 100 kg ha⁻¹. Com a irrigação efetuada pelo tratamento TENS e a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, observa-se que os

valores da EUA ajustaram-se linearmente com o aumento das doses de nitrogênio (Figura 4A), apresentando R² de 0,88. De acordo com a equação de regressão da para o manejo TCA (Figura 4A), pode-se alcançar a EUA de 7,4 kg mm⁻¹ ha⁻¹ aplicando-se a dose de nitrogênio de 134,17 kg ha⁻¹ e, para o manejo HARG alcançar

7,5 kg mm⁻¹ ha⁻¹ é necessário somente 76,43 kg de N ha⁻¹. Em trabalho realizado por Guerra et al. (2000), os autores relataram que em feijoeiro irrigado a tensão de 41 kPa e com dose de 80 kg de N ha⁻¹, o qual resultou em alta produtividade, a massa de grãos por milímetro de água aplicada foi de aproximadamente 10,4 kg mm⁻¹ ha⁻¹.

Na Figura 4B verificou-se que a associação entre o manejo TCA e a doses 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, encontra-se a produtividade de 9,57; 10,30; 11,91 e 11,25 g planta⁻¹ e, estima-se que a maior produtividade seria alcançada com aplicação de 133,15 kg de N ha⁻¹. A relação da produtividade de grãos do feijoeiro irrigado com manejo HARG

e as doses de nitrogênio apresentaram produtividade de 10,57 g planta⁻¹ com aplicação de 50 kg de N ha⁻¹. Através da equação HARG, observa-se na Figura 4B, que a maior produtividade de grãos pode ser alcançada com a aplicação de 74,71 kg de N ha⁻¹ em cobertura.

Em trabalho realizado por Stone & Moreira (2001), avaliando a resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo, verificaram que, mesmo aplicando 120 kg de N ha⁻¹ em cobertura, não foi possível a obtenção da máxima produtividade do feijoeiro.

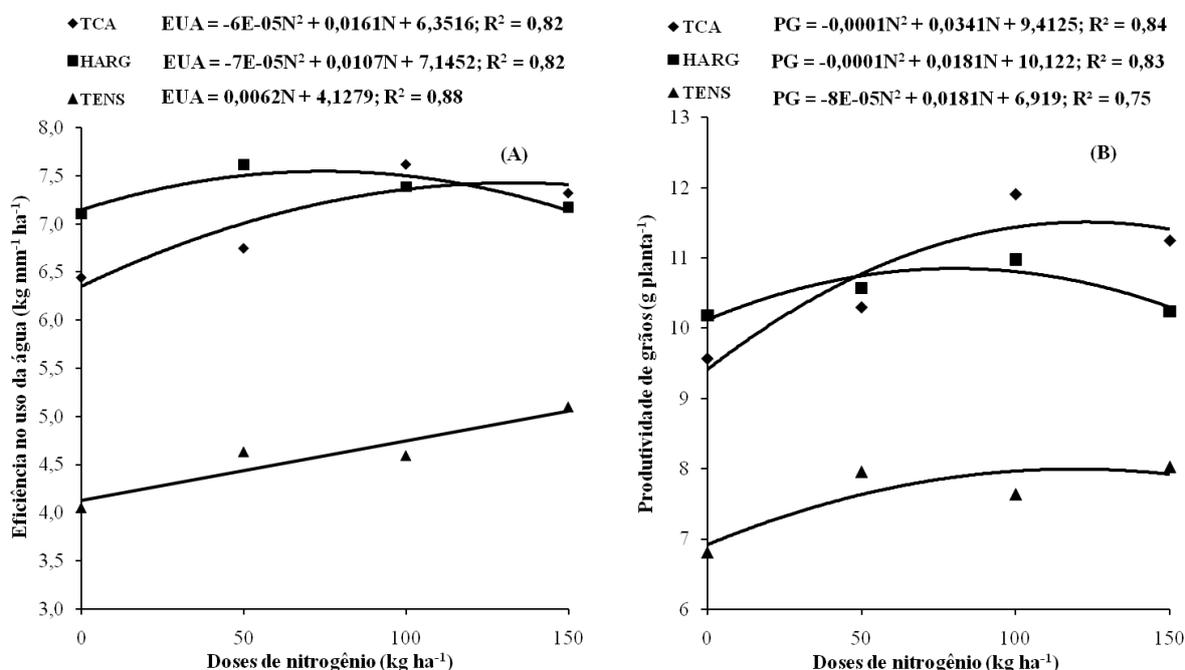


Figura 4. Eficiência no uso da água (A) e produtividade de grãos (B), em relação às doses de nitrogênio nos manejos de irrigação. Aquidauana-MS. 2007.

O manejo TENS em associação com as doses de nitrogênio obteve baixa produtividade de grãos quando comparados com os outros tratamentos de manejo de irrigação (Figura 4B).

Para Silveira et al. (2001), a produtividade do feijoeiro é bastante afetada pela condição hídrica do solo e, deficiência ou excesso de água nas diferentes fases do ciclo da cultura causam redução da produtividade. Lopes (2006) encontrou maior produtividade de grãos quando este foi irrigado de acordo com o manejo TCA e utilizando o manejo convencional do solo, assim alcançando 9,61 g planta⁻¹.

Conclusões

Nas condições de Aquidauana-MS, os manejos de irrigação com o método do tanque Classe A e Hargreaves-Samani, propiciaram maior produtividade de grãos, número de grãos por vagem e eficiência no uso da água, em relação ao manejo com tensiômetro ao potencial mátrico crítico de -40 kPa.

A maior produtividade de grãos é obtida com a combinação do manejo de irrigação com tanque Classe A e a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (11,91 g planta⁻¹).



Referências

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Pan evaporation method. In: _____ **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, p.78-85, 1998. (Irrigation and Drainage, 56).
- ALVAREZ, A.C.C.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C.F.; PEREIRA, J.C.R. Resposta do feijoeiro a aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p.69-75, 2005.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 247p, 1989.
- CARDIM, D.; CATANEO, A. Distribuição espacial da produtividade média anual da cultura do feijão no estado de São Paulo e sua correlação com índices climáticos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.20, n.1, p.11-28, 2005.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 412p.
- FERREIRA, A.N.; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C.; ARAUJO, R.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.23. p.507-512, 2000.
- GENUCHTEN, M. Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of insaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.
- 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.
- LOPES, A.S. **Manejo do solo e da irrigação na cultura do feijoeiro sob pivô central**. Jaboticabal-SP: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.141 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, 2006.
- LOPES, A.S.; PAVANI, L.C.; CORÁ, J.E.; ZANINI, J.R.; MIRANDA, H.A. 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.
- PAVANI, L.C.; LOPES, A.S.; GALBEIRO, R.B. Manejo da irrigação na cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.12-21, 2008.
- 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.
- REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera - conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.
- SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; ANDRADE, M.J.B.; BRAGA, J.C.; GERVÁSIO, G.G. Coeficiente de cultura e análise de rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.92-102, 2008.
- SILVA, M.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Rendimento do feijoeiro irrigado cultivado no inverno em sucessão de culturas, sob diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.433-439, 2006.
- SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J. G. 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, v.36, n.2, p.257-263, 2001.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. **Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central**. Brasília: EMBRAPA, 1994. p.46. (Circular Técnica, 27).
- 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.

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, v.36, n.3, p.473-481, 2001.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J.A. A.; BRAZ, A.J.B.P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.577-582, 2006.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; ANDRADE, M.J.B.; FURTINI NETO, A.E.; MARQUES, E.L.S. Palhadas e doses de nitrogênio no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.499-505, 2005.

TEIXEIRA, I.R.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R.; CORRÊA, J.B.D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.399-408, 2000.

WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.621-633, 2000.