

Influência do manejo do solo, lâminas de água e doses de nitrogênio na produtividade do feijoeiro

Júlio César dos Reis Pereira¹, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues¹, Orivaldo Arf² e Angela Cristina Camarim Alvarez^{3*}

¹Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Produção Vegetal, Setor Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 18603-970, Botucatu, São Paulo, Brasil. *e-mail: alvarez@fca.unesp.br

RESUMO. O trabalho foi conduzido no ano de 1999, no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, e teve como objetivo avaliar o comportamento do feijoeiro em função do preparo do solo, do manejo de água e das doses de nitrogênio em cobertura. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos por 3 modalidades de preparo do solo, 4 doses de nitrogênio em cobertura e aplicação de 3 lâminas de água. Foram avaliados: a matéria seca de plantas, o número de vagens e grãos por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e a produtividade. As lâminas de água utilizadas influenciaram positivamente a aplicação das doses de nitrogênio, promovendo, assim, incrementos na produtividade de grãos na ordem de 38% e 74% na L₂ (190mm) e L₃ (230mm), respectivamente, em relação à L₁ (128mm), para a dose de 90kg ha⁻¹. O preparo com escarificador e arado de aiveca proporcionou comportamento semelhante para as características produtivas, diferindo da grade aradora que obteve menor desempenho. As modalidades de preparo do solo não interferiram na resposta do feijoeiro às aplicações das doses de nitrogênio.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, escarificador, aiveca, grade aradora, irrigação.

ABSTRACT. Influence of soil management, water depths and nitrogen doses in common bean productivity. The research was conducted in 1999, in Selvíria, state of Mato Grosso do Sul, objectifying evaluate the bean behavior, in relation of soil management, water depths and sidedressing nitrogen application. A randomized block with four repetitions was used. The treatments used were a combination of soil management, sidedressing nitrogen application and water depths. The evaluations were: dry matter, number of pods and grain/plant, number of grain/pod, weight of 100 grains and grain productivity. The water depths influenced sidedressing nitrogen application positively, causing increments in grain productivity in order of 38% and 74% in L₂ (190mm) and L₃ (230mm), respectively, in relation to L₁ (128mm), for 90kg ha⁻¹. Soil management with chisel ploughing and moldboard ploughing provided a similar behavior for productive characteristics, differing to harrowing, that had worst influence. Soil management didn't interfere in common bean response to sidedressing nitrogen application.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, chisel ploughing, moldboard ploughing, harrow, irrigation.

Introdução

O feijoeiro passou por uma transição de cultura de subsistência para altamente tecnificada, normalmente utilizada em áreas irrigadas por pivô central. No cultivo do feijão irrigado, denominado cultivo de inverno (maio-junho), o agricultor é estimulado a utilizar maiores níveis de tecnologia, obtendo produtividade três a cinco vezes superior às obtidas em outras épocas de cultivo. Outras

vantagens são a possibilidade de produção de sementes de alta qualidade, oferta do produto no período da entressafra, quando esse alcança melhores preços e facilidade de mão-de-obra (Stone e Moreira, 1986).

Sendo uma leguminosa produtora de grãos ricos em proteína, o feijão é mais exigente em nitrogênio que outras plantas, requerendo, assim, um suprimento contínuo e adequado para o seu desenvolvimento vegetativo e também para a

formação de vagens e grãos. Apesar dos esforços para se entender e chegar às recomendações de inoculação do feijoeiro, a fixação simbiótica de N não tem sido suficiente para atender à demanda da planta, principalmente devido à inexistência de estirpes de alta capacidade e ao ciclo vegetativo muito curto, não alcançando, na prática, os resultados esperados. Assim, normalmente, obtém-se reposta ao nitrogênio aplicado (Rosolem e Marubayashi, 1994).

Respostas do feijoeiro à adubação nitrogenada têm sido observadas em todo o Brasil, embora com frequência e amplitude variáveis (Rosolem, 1987). A adubação nitrogenada inadequada é um fator que, muitas vezes, determina o insucesso no cultivo do feijoeiro. Enquanto alguns produtores continuam aplicando doses excessivas de N, outros aplicam quantidades insuficientes desse elemento, limitando, dessa forma, a produtividade da lavoura mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados (Guerra *et al.*, 2000).

Na expansão da agricultura nos cerrados, houve adoção de sistemas de mecanização utilizados em outras regiões do País no preparo do solo. Entende-se como preparo do solo o conjunto de operações realizadas antes da semeadura, para revolver o solo, expondo-o ao ar, ao sol e à ação das máquinas, além de incorporar restos de culturas, fertilizantes ou corretivos, e enterrar a cobertura vegetal como forma de eliminar plantas daninhas (Folle e Seixas, 1986). O rendimento de grãos, na maioria das culturas sob diferentes manejos do solo apresenta, entretanto, comportamentos variáveis (Kluthcouski *et al.*, 2000).

Os sistemas de manejo do solo afetam diferentemente a sua densidade, porosidade e o armazenamento de água ao longo do perfil, interferindo diretamente no desenvolvimento e produtividade da cultura (Stone e Moreira, 2001). Fiegenbaum *et al.* (1991) mencionaram que a deficiência hídrica nos estádios críticos de desenvolvimento (pré-floração, florescimento e enchimento de grãos) promoveu redução no rendimento do feijoeiro.

As pesquisas com o cultivo do feijão irrigado por aspersão têm sido intensificadas nos últimos anos (Stone e Moreira, 2000; 2001; Silveira *et al.*, 2001), porém, para trabalhos com objetivo de investigar efeitos de preparos do solo, adubação nitrogenada e manejo de água, são encontrados resultados variáveis, principalmente no comportamento das culturas (milho, soja, feijão e arroz) faltando informações sobre o manejo do solo adequado, a quantidade de água a ser fornecida e a dose de

nitrogênio recomendada para melhorar a resposta da cultura do feijão. Com base no exposto, objetivou-se avaliar o comportamento do feijoeiro cultivado no período de inverno, em função do preparo do solo, manejo de água e doses de nitrogênio em cobertura.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no ano de 1999, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia–Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando como coordenadas geográficas 51°22' de Longitude Oeste de Greenwich e 20°22' de Latitude Sul, com altitude de 335m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico álico, caulinitico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (Embrapa, 1999). A temperatura média anual é 23,7°C, a média dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) é 25,7°C e a dos mais frios (junho e julho) é 20,6°C. O total pluviométrico anual médio é 1.300mm.

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij e Quaggio (1983) e apresentaram os seguintes resultados: M.O. = 26g dm⁻³; P (resina) = 18mg dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,1; K, Ca, Mg = 2,0; 23; 17mmolc dm⁻³; respectivamente, e V = 57%.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 3x3x4, com 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de 3 modalidades de preparo do solo (escarificador + grade niveladora, arado de aiveca + grade niveladora, grade aradora + grade niveladora), 3 lâminas de água (L₁ = 128, L₂ = 190 e L₃ = 230mm) e aplicação de 4 doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90kg ha⁻¹), utilizando como fonte uréia.

As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 6m de comprimento, espaçadas 0,50m entre si. Foram consideradas como área útil 2 linhas centrais, desprezando-se 0,50m nas extremidades de cada linha.

Os tratamentos com manejo do solo (arado de aiveca, escarificador e grade aradora) foram efetuados no dia 14/05/99, com a finalidade de possibilitar um melhor desenvolvimento do sistema radicular. Realizaram-se, nessa área, duas gradagens (grade leve), sendo a primeira logo após a mobilização inicial e a segunda às vésperas da semeadura.

A semeadura foi realizada em 19/05/99, utilizando o cultivar Pérola, na densidade de 12-13 plantas por metro linear. A adubação química básica foi calculada de acordo com as características químicas do solo, aplicando-se 250kg ha⁻¹ da

formulação 4-30-10 + 0,3% de Zn.

O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando o herbicida trifluralin (800g ha⁻¹ do i.a) em pré-plantio incorporado.

A adubação nitrogenada em cobertura (diferentes doses) foi realizada aos 25 dias após a emergência das plântulas. Após adubação, os tratamentos foram imediatamente irrigados para minimizar as possíveis perdas de nitrogênio por volatilização.

As irrigações foram realizadas através de um sistema fixo convencional por aspersão, com precipitação média de 3,3mm/hora nos aspersores. A disposição do sistema de irrigação no campo possibilitou a individualização do controle das lâminas dentro das parcelas. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris. O manejo das lâminas de água durante o desenvolvimento da cultura foi realizado, utilizando cinco coeficientes de cultura (kc), distribuídos em períodos compreendidos entre a emergência e a colheita (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de Kc (coeficiente de cultura) utilizados nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, envolvendo o manejo de água.

Lâminas de água	Fases de desenvolvimento				
	V ₀ -V ₂	V ₂ -V ₄	R ₅ -R ₇	R ₈	R ₉
L ₁	0,23	0,53	0,79	0,56	0,19
L ₂	0,30	0,70	1,05	0,75	0,25
L ₃	0,38	0,86	1,31	0,94	0,31

Fernandez *et al.* (1986).

A ETm foi determinada pela expressão: ETm = Kc x ET_o; onde ETm = evapotranspiração máxima da cultura (mm/dia), ET_o = evapotranspiração de referência (mm/dia) e kc = coeficiente de cultura. A determinação da evapotranspiração de referência foi dada pela expressão ET_o = k_p x ECA, onde, ECA = evaporação do tanque classe A (mm/dia) e k_p = coeficiente do tanque classe A.

A evaporação de água (ECA) foi obtida diariamente do tanque classe A, instalado no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa, distante aproximadamente 500m da área experimental. O coeficiente do tanque classe A (k_p) utilizado foi o proposto por Doorenbos e Pruitt (1976), o qual é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

Foram determinados: a matéria seca das plantas (foram coletadas 10 plantas por parcela na época do florescimento, levadas para secagem em estufa de circulação forçada, à temperatura de 60-70°C, até atingir peso constante e posterior pesagem), os componentes de produção (por ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas na área útil de cada parcela e levadas para o laboratório para

determinação do número de vagens e grãos por planta; número de grãos por vagem e massa de 100 grãos) e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

Resultados e discussão

Na Figura 1, estão contidas as informações sobre a distribuição das lâminas de água e precipitação pluvial durante o período de desenvolvimento do feijoeiro. As lâminas de maior aplicação de água foram nas fases R₅ a R₈, que compreenderam os estádios de pré-florescimento a formação de vagens, onde foram utilizados os maiores valores de kc, em função da maior exigência hídrica do feijoeiro nesse período.

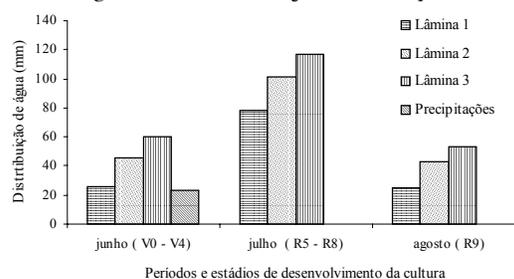


Figura 1. Distribuição das lâminas de água e precipitação pluvial durante o período de desenvolvimento do feijoeiro.

Observou-se que as diferenças entre as lâminas de água foram proporcionais aos coeficientes estabelecidos para a cultura, sendo que ocorreram precipitações pluviais no período de desenvolvimento inicial da cultura (V₀ -V₄), correspondente à fase vegetativa.

O florescimento pleno ocorreu simultaneamente para todos os tratamentos, aos 40 dias após a emergência das plântulas (DAE). Foram observadas diferenças entre os ciclos da cultura nos tratamentos com manejos das lâminas de água, sendo que a lâmina menor (L₁) proporcionou um ciclo de 83 DAE e as lâminas maiores (L₂ e L₃) em torno de 89 DAE.

Os resultados relacionados à matéria seca de plantas, número de vagens e grãos por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade do feijoeiro, estão apresentados na Tabela 2. Verificou-se que houve efeito significativo dos preparos do solo para matéria seca, massa de 100 grãos e produtividade. Para matéria seca de plantas, o preparo com escarificador foi superior ao arado de aiveca e grade aradora, que por sua vez, não diferiram entre si, concordando com os resultados obtidos por Arf *et al.* (2002). Esses autores verificaram resultados semelhantes para essa característica, utilizando o preparo com grade e arado de aiveca, e menores valores para o plantio direto.

Tabela 2. Valores médios¹ de matéria seca de plantas, número de vagens e grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade, obtidos em feijoeiro de inverno, em função do manejo do solo, água e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura.

Tratamentos		Matéria seca de plantas (g planta ⁻¹)	Número de vagens por planta	Número de grãos por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Preparo do solo (PS)	Aiveca	4,34 b	6,13 a	27,78 a	4,52 a	28,56 a	1808 a
	Escarif.	4,89 a	6,56 a	31,24 a	4,70 a	28,32 ab	1764 a
	Grade	4,53 ab	6,02 a	28,10 a	4,59 a	27,88 b	1530 b
Lâmina de água (L)	L ₁	4,25 b	5,31 c	21,74 c	4,12 c	28,93 a	1360 c
	L ₂	4,75 a	6,15 b	28,42 b	4,63 b	28,24 b	1609 b
	L ₃	4,76 a	7,25 a	36,96 a	5,06 a	27,59 c	2134 a
Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	0	4,47	5,27	24,50	4,64	27,01	1420
	30	4,73	5,91	27,53	4,58	28,14	1690
	60	4,72	6,56	30,56	4,69	29,05	1836
	90	4,43	7,20	33,58	4,50	28,82	1857
DMS (PS e L) - Tukey 5%		0,39	0,65	3,71	0,30	0,56	150,02
C.V. (%)		17,93	21,42	26,39	13,65	4,09	18,22

¹Médias seguidas de mesma letra na vertical para cada fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; (1) $Y = 4,4718 + 0,0132x - 0,0002x^2$; (2) $Y = 5,2692 + 0,0215x$; (3) $Y = 24,5036 + 0,1009x$; (4) $Y = 27,0068 + 0,0450x - 0,0002x^2$; (5) $Y = 1419,7215 + 11,1003x - 0,0693x^2$

Para massa de 100 grãos, o preparo com aiveca proporcionou um maior valor, não diferindo estatisticamente do escarificador que, por sua vez, não diferiu do uso da grade. Em relação à produtividade de grãos, o preparo com arado de aiveca e escarificador promoveu um maior valor.

O manejo das lâminas de água influenciou significativamente todas as características estudadas. Em relação ao número de vagens e grãos por planta, ao número de grãos por vagem e à produtividade, a lâmina L₃, de maior aplicação de água, proporcionou um maior valor para essas características, seguida pela lâmina L₂, aplicação de água intermediária, e lâmina L₁, de menor aplicação de água. Stone e Moreira (2000) relataram que a restrição de água na fase reprodutiva promove redução no número de grãos por vagem, devido ao decréscimo na porcentagem de vingamento de flores e do abortamento de óvulos.

Quanto à matéria seca de plantas, as lâminas L₂ e L₃ não diferiram estatisticamente entre si, e promoveram maiores valores de matéria seca. Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Soratto (2002) que, estudando os efeitos de diferentes manejos do solo (plântio direto, grade pesada e escarificador) em função de lâminas de água e do parcelamento do nitrogênio, verificou que a maior aplicação de água promoveu maior produção de matéria seca de planta. Já com relação à massa de 100 grãos, a utilização da lâmina L₁ propiciou uma maior massa, seguida pelas lâminas L₂ e L₃. Esse fato pode ser explicado devido à lâmina L₁ ter proporcionado um menor número de vagens e grãos por planta, promovendo um melhor enchimento dos grãos, resultando numa maior massa de 100 grãos.

Em relação ao efeito da aplicação das doses de nitrogênio na matéria seca de plantas, os dados se

ajustaram a uma equação quadrática ($Y = 4,4718 + 0,0132x - 0,0002x^2$) em relação às doses aplicadas, verificou-se um aumento inicial na matéria seca atingindo um máximo (doses 30 e 60kg ha⁻¹) para posterior decréscimo em dose superior.

Quanto ao número de vagens e de grãos por planta, esses foram influenciados pelas doses de nitrogênio aplicadas. Os dados se ajustaram a uma função linear $Y = 5,2692 + 0,0215x$ e $Y = 24,5036 + 0,1009x$, respectivamente.

As doses de nitrogênio aplicadas em cobertura influenciaram a massa de 100 grãos, com os dados se ajustando a uma equação quadrática ($Y = 27,0068 + 0,0450x - 0,0002x^2$), houve um aumento inicial na massa de 100 grãos atingindo um máximo (dose 60kg ha⁻¹) para depois ocorrer um decréscimo nesse parâmetro em doses mais altas.

Quanto à produtividade de grãos, verificou-se que as doses de nitrogênio utilizadas se ajustaram a uma equação quadrática ($Y = 1419,7215 + 11,1003x - 0,0693x^2$). Os maiores valores de produtividade nos preparos com arado de aiveca e escarificador ocorreram devido ao maior número de vagens e grãos por planta e massa de 100 grãos obtidos nesses tratamentos. Stone e Moreira (2000) estudaram os sistemas de manejos do solo e verificaram que esses não interferiram no número de vagens e grãos por planta; no entanto, o arado de aiveca proporcionou um melhor rendimento de grãos.

Na Tabela 3, encontram-se os valores médios da interação entre doses de nitrogênio e manejo de lâminas de água no número de vagens por planta. Verificou-se que não houve diferença significativa para esse parâmetro, na ausência de nitrogênio (testemunha) dentro das lâminas (L₁, L₂ e L₃), e, ainda, onde não houve aplicação de nitrogênio o número de vagens por planta foi menor em todas as lâminas. Observou-se que à medida que se

aumentou as doses de nitrogênio em cobertura (60 e 90kg ha⁻¹), ocorreu um aumento no número de vagens por planta, nas lâminas L₂ e L₃.

Os dados obtidos nas lâminas L₂ e L₃ se ajustaram a uma função linear (Figura 2). Os resultados responderam linearmente, revelando que aumentos crescentes na aplicação das lâminas de água tendem a potencializar o efeito das doses de nitrogênio, refletindo, assim, num maior número de vagens por planta. A lâmina L₁, provavelmente, limitou o efeito das doses de nitrogênio e, nesse caso, a quantidade de água pode ter sido insuficiente nos estádios de maior exigência hídrica (pré-floração a formação de vagens), conforme Fiegenbaum *et al.* (1991), e concordando com os resultados obtidos por Hostalácio e Válio (1984) e Stone e Moreira (2001) que também obtiveram redução no número de vagens por planta, em uma mesma situação.

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa de doses de nitrogênio dentro de lâminas de água, no número de vagens por planta.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Lâminas de água		
	L ₁ (128mm)	L ₂ (190mm)	L ₃ (230mm)
	Número de vagens por planta		
0	5,1 A a	4,9 B a	5,7 B a
30	5,3 A b	5,1 B b	7,2 A a
60	5,4 A b	7,0 A a	7,8 A a
90	5,4 A b	7,6 A a	8,3 A a

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

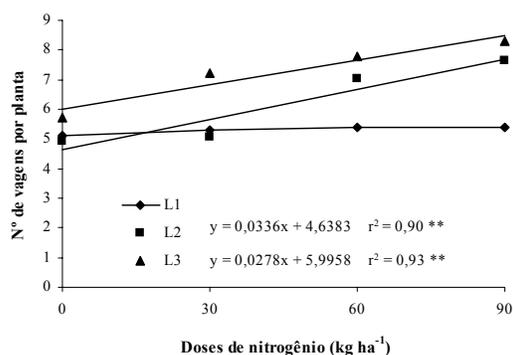


Figura 2. Número de vagens por planta em função da aplicação de lâminas de água e doses de nitrogênio em cobertura.

Os valores médios da interação significativa entre a aplicação de lâminas de água e doses de nitrogênio em cobertura para número de grãos por planta podem ser observados na Tabela 4. Verificou-se que a testemunha não foi influenciada pelas lâminas de água aplicadas. As doses 60 e 90kg ha⁻¹ influenciaram positivamente as lâminas L₂ e L₃, e os dados se ajustaram a uma função linear (Figura 3). À medida que se aumentou as doses de nitrogênio dentro das

lâminas de maiores aplicações de água (L₂ e L₃), houve um aumento do número de grãos por planta, o que não ocorreu para a lâmina L₁. A restrição de água deve ter limitado a expressão do efeito das doses de nitrogênio, promovendo, dessa forma, a redução no número de grãos por planta.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa de doses de nitrogênio dentro de lâminas de água, no número de grãos por planta.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Lâminas de água		
	L ₁ (128mm)	L ₂ (190mm)	L ₃ (230mm)
	Número de grãos por planta		
0	21,7 A a	23,3 B a	28,0 B a
30	21,8 A b	22,8 B b	36,9 A a
60	23,6 A b	32,7 A a	39,1 A a
90	19,9 A c	34,9 A b	43,8 A a

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

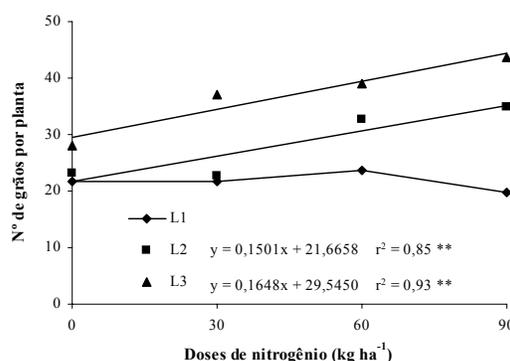


Figura 3. Número de grãos por planta em função da aplicação de lâminas de água e doses de nitrogênio em cobertura.

Na Tabela 5, encontram-se os valores médios da interação entre doses de nitrogênio e manejo de lâminas de água na produtividade de grãos. A testemunha e as doses de nitrogênio apresentaram maiores valores de produtividade na lâmina de água L₃, sendo que os dados se ajustaram a uma equação quadrática (Figura 4). Houve aumento na produtividade até a aplicação da dose 75kg ha⁻¹ de nitrogênio, e diminuição quando a dose de nitrogênio foi de 90kg em cobertura. Guerra *et al.* (2000) obtiveram o rendimento máximo do feijoeiro quando as irrigações foram feitas a 41Kpa e com aplicação de 120kg ha⁻¹ de nitrogênio, ou seja, com menor tensão de água no solo. Por outro lado, quando as irrigações foram feitas sob tensão de água no solo de 300 Kpa, a produtividade foi reduzida drasticamente em todas as doses de nitrogênio utilizadas. Frizzone (1986) demonstrou que o feijoeiro irrigado com uma lâmina de água de 349,7mm e com aplicação de 90kg ha⁻¹ de nitrogênio, altos rendimentos foram obtidos.

Para lâmina L₂, os dados se ajustaram a uma função linear (Figura 4). Esse efeito ocorreu, provavelmente, devido à lâmina de água estar adequada às doses crescentes da adubação nitrogenada. Já a lâmina L₁ obteve maiores rendimentos na dose 30kg ha⁻¹ de N. Em um regime hídrico onde as plantas ficam sujeitas a um estresse hídrico severo, a eficiência do processo de absorção e a metabolização do nitrogênio ficam prejudicados (Guerra et al., 2000).

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa de doses de nitrogênio dentro de lâminas de água, na produtividade de grãos.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Lâminas de água		
	L ₁ (128mm)	L ₂ (190mm)	L ₃ (230mm)
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		
0	1199 A b	1356 B b	1667 B a
30	1488 A b	1576 AB b	2118 A a
60	1392 A b	1625 AB b	2381 A a
90	1360 A c	1880 A b	2368 A a

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

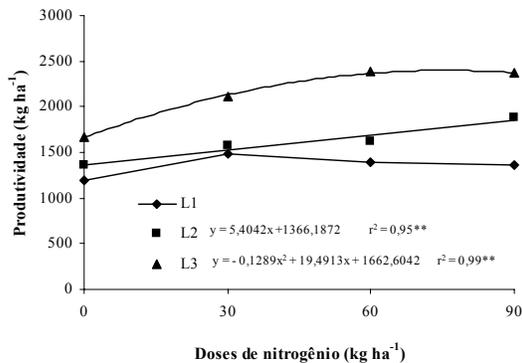


Figura 4. Produtividade (kg ha⁻¹) em função da aplicação de lâminas de água e doses de nitrogênio em cobertura.

Conclusão

As lâminas de água utilizadas influenciaram positivamente o efeito das doses de nitrogênio, promovendo incrementos na produtividade de grãos na ordem de 38% e 74% na L₂ e L₃, respectivamente, em relação à lâmina L₁, para a dose de 90kg ha⁻¹. O preparo com escarificador e arado de aiveca proporcionou um comportamento semelhante para as características produtivas, diferindo, dessa forma, da grade aradora que propiciou menor desempenho. As modalidades de preparo do solo não interferiram na resposta do feijoeiro às aplicações das doses de nitrogênio.

Referências

ARF, O. et al. Manejo do solo, adubação nitrogenada em cobertura e lâmina de água em feijoeiro cultivado no

período de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. *Anais...Viçosa*: UFV, 2002. p.619-622.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 1976.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 1999.

FERNANDEZ, F. et al. *Etapas de desarrollo de la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986.

FIGENBAUM, V. et al. Influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento de três cultivares de feijão. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.26, n.2, p.275-280, 1991.

FOLLE, S. M.; SEIXAS, J. M. Mecanização agrícola. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). *Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo*. São Paulo: Nobel/Embrapa-CPAC, 1986. p.385-408.

FRIZZONE, J. A. *Funções de resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) ao uso de nitrogênio e lâmina de água de irrigação*. 1986. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

GUERRA, A. F. et al. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, n.6, p.1229-1236, 2000.

HOSTALÁCIO, S.; VÁLIO, I. F. M. Desenvolvimento de plantas de feijão cv. Goiano Precoce, em diferentes regimes de irrigação. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.19, n.2, p.211-218, 1984.

KLUTHCOUSKI, L. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. *Método de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983.

ROSOLEM, C. A. *Nutrição e adubação do feijoeiro*. Piracicaba: Potafos, 1987.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n.68, p.1-16, 1994.

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. *Pesq. Agropecu. Bras.*, v.36, n.2, p.257-263, 2001.

SORATTO, R. P. *Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento da adubação nitrogenada*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. *Irrigação do feijoeiro*. Goiânia: Embrapa: CNPAF, 1986.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistema de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.36, n.3, p.473-481, 2001.

Received on July 14, 2003.

Accepted on November 17, 2003.