

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO FEIJOEIRO IRRIGADO SOB PLANTIO DIRETO¹

Gisele de Macedo e Silva², Luís Fernando Stone³ e José Aloísio Alves Moreira³

ABSTRACT

MANAGEMENT OF NITROGEN FERTILIZATION IN IRRIGATED COMMON BEAN UNDER NO-TILLAGE

Ground mulching can affect the availability of nitrogen to a common bean crop depending on the C/N relationship. The objective of this paper was to study the response of the crop grown after corn to nitrogen application rates and time, under no-tillage. The study was conducted at the 'Embrapa-Arroz e Feijão' experimental station, located in the municipality of Santo Antônio de Goiás, GO, Brazil, in 1999 and 2000. The soil of the experimental site was Oxisol and experiments were conducted during the dry season using center pivot sprinkler irrigation. The experiment was conducted in a randomized complete block design, with four replications. The common bean cultivar used was Aporé. All treatments received 120 kg/ha of N during the crop cycle, with split applications or not, in different doses twenty days before sowing, at sowing, and at topdressing. The treatments were: T1 (0-0-120 kg/ha), T2 (0-17,5-102,5 kg/ha), T3 (0-40-80 kg/ha), T4 (0-60-60 kg/ha), T5 (0-80-40 kg/ha), T6 (0-120-0 kg/ha), T7 (40-40-40 kg/ha), T8 (0-17,5-102,5 kg/ha), and T9 (0-60-60 kg/ha). In the last two treatments, the corn mulch was chopped. Common bean under no-tillage needed a higher nitrogen dose at sowing in relation to conventional tillage. In the no-tillage system, the appropriate rate of N at sowing was 60kg/ha. When the N rate was higher than 60kg/ha, grain yield decreased. The same N split application rate produced higher yield when the corn mulch was chopped.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris*, N split application, mulch.

INTRODUÇÃO

No cerrado brasileiro, o feijoeiro tem respondido a altas doses de nitrogênio (N) quando cultivado sob irrigação por aspersão no sistema convencional de preparo do solo. Barbosa Filho &

RESUMO

Os restos da cultura precedente deixados na superfície do solo, dependendo da relação C/N, podem afetar a disponibilidade de nitrogênio (N) para o feijoeiro. Este trabalho objetivou estudar a resposta do feijoeiro irrigado, cultivado em sucessão ao milho, sob plantio direto, à adubação nitrogenada, aplicada em diferentes épocas e doses. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições, no outono-inverno de 1999 e 2000, sob irrigação por aspersão em sistema pivô central, com a cultivar Aporé, em Latossolo Vermelho perférrico de textura argilosa, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. Todos os tratamentos receberam 120 kg de N/ha durante o ciclo da cultura, parcelados ou não, aplicados vinte dias antes da semeadura, na semeadura e em cobertura. Realizaram-se os seguintes tratamentos: T1 (0-0-120 kg/ha), T2 (0-17,5-102,5 kg/ha), T3 (0-40-80 kg/ha), T4 (0-60-60 kg/ha), T5 (0-80-40 kg/ha), T6 (0-120-0 kg/ha), T7 (40-40-40 kg/ha), T8 (0-17,5-102,5 kg/ha) e T9 (0-60-60 kg/ha), tendo os dois últimos a palhada do milho picada. O feijoeiro cultivado sob plantio direto necessitou de maior dose de nitrogênio na semeadura em relação à usualmente recomendada para o preparo convencional, sendo a dose mais adequada a de 60 kg/ha de N, independentemente de se ter mantido a palhada do milho inteira ou picada. Acima dessa dose, na semeadura, houve tendência de queda na produtividade do feijoeiro. Em contrapartida, verificou-se incremento na produtividade quando a palhada do milho foi picada.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, parcelamento de N, palhada.

Silva (1994) e Stone & Moreira (2001) verificaram resposta positiva do feijoeiro ao N aplicado em cobertura, até a dose máxima testada (120 kg/ha). Barbosa Filho & Silva (1994) estimaram, por meio de regressão, uma dose de 137 kg de N/ha para obtenção da produtividade máxima.

1. Parte da dissertação do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás e desenvolvida na Embrapa Arroz e Feijão. Trabalho recebido em set./2001 e aceito para publicação em abr./2002.

2. Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO.

3. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO.

A semeadura direta do feijoeiro irrigado por aspersão, em solo sob a resteva da cultura anterior, vem tendo aceitação cada vez maior na região do cerrado. Com isso, é preciso ajustar o manejo da adubação nitrogenada a esse sistema. Para cereais como trigo, milho e sorgo, a necessidade de N no sistema de plantio direto é de 20% a 25% maior do que no sistema convencional (Phillips & Young Junior 1973, Coelho & Cruz 1987). A principal causa da menor disponibilidade de N no plantio direto é a imobilização microbiana do fertilizante nitrogenado (Kurihara *et al.* 1998). A intensidade com que a imobilização do N mineral afeta a disponibilidade de N para a cultura subsequente depende da relação C/N, composição e da quantidade de resíduos produzidos pela cultura anterior.

Kitur *et al.* (1984) relataram menores níveis de N e maiores quantidades de N imobilizado em solos sob plantio direto do que em solos preparados convencionalmente. Segundo esses autores, mais de 50% do N imobilizado encontravam-se na camada superficial (0-5cm), onde o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana eram maiores, consumindo parte do N mineral que seria destinado à cultura principal. Sá (1999) menciona que a população microbiana não se mantém crescendo indefinidamente e, a partir do momento em que o carbono facilmente oxidável desaparece e o sistema em decomposição tem a relação C:N menor que 25:1, começa a ocorrer liberação de N para as plantas. Esses efeitos tendem a ser mais expressivos nos primeiros anos de adoção do sistema plantio direto e serão maiores se o estágio de degradação do solo for elevado.

Dependendo da taxa de imobilização do N mineral, a necessidade desse nutriente para as culturas pode ser maior em épocas de maior imobilização, indicando que a disponibilidade de N, em áreas de plantio direto, pode ser reduzida (Moschler & Martens 1975, Kitur *et al.* 1984). Alguns produtores de milho do Sul do Brasil estão antecipando a adubação nitrogenada sob o sistema plantio direto para a pré-semeadura, visando disponibilizar N nos estádios iniciais da cultura (Sá 1996).

Os restos da cultura precedente, deixados na superfície do solo, podem afetar a disponibilidade de N para o feijoeiro, pela imobilização biológica do fertilizante nitrogenado. Assim, a adição inicial de nitrogênio, em maior quantidade e/ou mais precocemente em relação ao praticado no preparo convencional do solo, pode minimizar este problema. Neste contexto, o trabalho objetivou estudar a resposta do feijoeiro irrigado, cultivado em sucessão ao milho,

sob plantio direto, à adubação nitrogenada, aplicada em diferentes épocas e doses.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em dois anos consecutivos (1999 e 2000), em um Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, na Fazenda Capivara (Embrapa Arroz e Feijão), em Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil. A cultura do feijoeiro foi conduzida em plantio direto, sob irrigação por aspersão em sistema pivô central. A área foi anteriormente cultivada durante três anos com a sucessão milho-feijoeiro, sob plantio direto. A análise química do solo, antes da instalação do experimento, apresentou, para as camadas de 0-10 cm e de 10-20 cm, os respectivos resultados: pH 5,5 e 5,4; Ca²⁺, 1,9 e 1,5 cmolc/dm³; Mg²⁺, 0,9 e 0,6 cmolc/dm³; Al³⁺, 0,1 e 0,2 cmolc/dm³; P, 29,4 e 17,4 mg/dm³; K, 83 e 55 mg/dm³ e MO, 18 e 16 g/kg. A adubação do milho foi de 400kg da fórmula 4-30-16 por hectare, na semeadura, e 60 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio, em cobertura. A adubação na semeadura do feijoeiro foi de 105 kg de P₂O₅/ha e de 52,5 kg de K₂O/ha, nas formas de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação total de 120 kg de N/ha, parcelados ou não em diferentes doses e aplicados em até três épocas diferentes. O sulfato de amônio foi utilizado como fonte de nitrogênio. Assim, os tratamentos foram: T1 (0-0-120 kg/ha), T2 (0-17,5-102,5 kg/ha), T3 (0-40-80 kg/ha), T4 (0-60-60 kg/ha), T5 (0-80-40 kg/ha), T6 (0-120-0 kg/ha), T7 (40-40-40 kg/ha), T8 (0-17,5-102,5 kg/ha) e T9 (0-60-60 kg/ha). Os valores entre parênteses correspondem às quantidades de N aplicadas 20 dias antes da semeadura, na semeadura, e em cobertura, 35 dias após a emergência, respectivamente. Nos dois últimos tratamentos, a palhada da cultura anterior, o milho, foi picada com roçadeira. A área de cada parcela foi igual a 80 m², sendo colhidas duas amostras de 5,4m² por parcela. A cultivar de feijão utilizada foi Aporé, semeada a 0,45 m entre linhas, com 15 sementes por metro.

A área experimental foi irrigada por um pivô central com raio de 282 m, tempo aproximado de 100% de 14 horas e vazão de 6 mm. As irrigações foram realizadas sempre que a tensão da água do solo, à profundidade de 15cm, atingia a faixa de 25 a 30kPa.

Na colheita, foram avaliados o número de plantas por metro quadrado, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de cem grãos e a produtividade. Em seguida, foi feita a análise conjunta de variância envolvendo os dois anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável número de plantas/m² foi afetada significativamente pelos anos e pelos tratamentos (Tabela 1). A diferença significativa para ano, em grande parte, pode ser atribuída à germinação deficiente e desigual causada pela baixa qualidade da semente utilizada no ano de 1999, o que contribuiu

para o menor estande final deste (15,4 plantas/m²) em relação ao ano de 2000 (22,9 plantas/m²). Os menores valores do número de plantas foram observados quando se utilizaram as doses de nitrogênio de 80 kg/ha (T5) ou 120 kg/ha (T6), na semeadura. Aparentemente, a alta concentração do sal nitrogenado prejudicou a germinação do feijoeiro. Sá (1999) também observou fitotoxicidade em plântulas de milho com a aplicação de doses elevadas de nitrogênio na semeadura.

Não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos, nem efeito de anos, sobre o número de vagens por planta (Tabela 1). Houve, porém, interação entre tratamentos e anos. Em 1999, os

Tabela 1. Componentes do rendimento e produtividade de grãos da cultivar Aporé de feijão em função do manejo de nitrogênio¹ e significâncias, dos efeitos de tratamentos (T), de anos (A) e da interação destes fatores (T x A).

Tratamento ² (dose de N)	N° plantas/ m ²	N° vagens/planta		N° grãos/vagem		Massa de cem grãos (g)	Produti- vidade (kg/ha)	
		1999	2000	1999	2000			
T1 (0-0-120)	20,8a	9,4bB	13,5aA	3,1aB	4,8aA	27,4a	1658c	
T2 (0-17,5-102,5)	19,4a	11,3abB	14,3aA	3,6aB	4,7aA	28,0a	2043abc	
T3 (0-40-80)	19,6a	13,5abB	14,8aA	2,8aB	4,8aA	28,1a	1927bc	
T4 (0-60-60)	19,5a	13,2abA	13,6aA	3,6aB	4,5aA	28,4a	2162ab	
T5 (0-80-40)	18,7ab	13,8abA	13,4aA	3,2aB	4,5aA	28,4a	2035abc	
T6 (0-120-0)	15,7b	14,6aA	11,6aB	3,1aB	5,3aA	28,7a	1844bc	
T7 (40-40-40)	19,5a	12,9abA	11,8aA	3,6aB	4,9aA	28,5a	2105ab	
T8 (0-17,5-102,5)	20,0a	12,5abB	13,9aA	3,8aA	3,9aA	29,2a	2181ab	
T9 (0-60-60)	19,1a	15,5aA	10,2aB	3,4aB	3,7aA	28,3a	2364a	
Média	19,1	12,9A	13,0A	3,3B	4,6A	28,3	2035	
Efeitos ³	T	**	ns	ns	ns	ns	**	
	A	**	ns	**	**	ns	**	
	T x A	ns	**	*	*	ns	ns	
CV (%)	-	10,04	22,11	24,55	22,00	15,38	5,71	11,44

¹- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

²- Os tratamentos correspondem às quantidades de N aplicadas vinte dias antes da semeadura, na semeadura e em cobertura, respectivamente, sendo a palhada do milho picada nos dois últimos tratamentos.

³- ns, * e ** - efeito não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

tratamentos nitrogenados afetaram esse componente da produtividade, o que não ocorreu em 2000. O número de vagens por planta é uma característica bastante variável, podendo ser influenciada pelo ambiente. A compensação entre o número de vagens por planta e o número final de plantas por metro quadrado é comum em feijoeiro tanto como em outras espécies vegetais. Normalmente, a redução em um ou mais componentes da produção pode levar ao incremento de outros. Segundo Stone & Pereira (1994), em situações em que ocorra grande variação da população de plantas, os rendimentos podem não ser significativamente afetados, pois os estandes menores podem ser compensados com o aumento do número de vagens por planta. Embora em várias pesquisas (Silveira & Damasceno 1993, Silva 1998) tenha-se constatado o aumento do número de vagens por planta, em resposta à aplicação de doses crescentes de N, Arf *et al.* (1991) não observaram esse efeito ao variarem as doses desse nutriente, de 0 a 40 kg/ha.

Também não foi detectada diferença significativa, em função dos tratamentos, no número de grãos por vagem (Tabela 1). Verificaram-se efeitos significativos de anos e da interação anos x tratamentos. Analisando-se separadamente os anos, não foram observados efeitos dos tratamentos sobre o número de grãos por vagem. Assim como para o número de plantas por metro quadrado, a média geral do número de grãos por vagem foi maior em 2000 que em 1999. Somente o tratamento T8 (0-17,5-102,5 kg de N/ha) não apresentou diferença significativa entre anos para valores dessa variável.

A massa de cem grãos também não foi afetada significativamente nem pelos efeitos de tratamentos, de anos ou da interação (Tabela 1). Segundo Silva (1998), doses crescentes de N não causam grande variação na massa de 100 grãos. Estes resultados corroboram com os obtidos por Arf *et al.* (1991).

Em relação à produtividade, houve diferenças significativas entre os tratamentos e efeitos diferenciados de anos (Tabela 1), com 1892 kg/ha em 1999 e 2179 kg/ha em 2000. Entretanto, a interação anos x tratamentos não foi significativa. O tratamento T9 (0-60-60 kg/ha), em que a palhada foi picada, apresentou a maior produtividade, apesar de não diferir estatisticamente de alguns outros tratamentos. Considerando a palhada inteira, a maior produtividade foi obtida no tratamento T4 (aplicação de metade da dose de N na semeadura e metade em cobertura), ou seja, o mesmo parcelamento utilizado no tratamento T9. Isto difere do sistema de preparo convencional

do solo, em que geralmente são recomendadas, para o feijoeiro, doses de N que variem de 10 a 30 kg/ha, no plantio, e o restante em cobertura (Embrapa 1993, Salgado & Vieira 1994, Embrapa 1996). A adubação usual da região é de 350 kg da fórmula 5-30-16 por hectare (17,5 kg de N/ha), na semeadura, mais 102,5 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio ou uréia, em cobertura.

O atraso no fornecimento de N à planta (tratamento T1) refletiu numa baixa produtividade (Tabela 1), provavelmente decorrente da imobilização biológica do N do solo. Porém, a aplicação da totalidade do fertilizante na semeadura (tratamento T6) também não proporcionou altas produtividades devido à diminuição do número de plantas.

No que tange à cultura do milho sob semeadura direta, na região do cerrado, Fernandes *et al.* (1999) verificaram que a utilização de N no sulco de plantio, em doses superiores a 40 kg/ha, foi prejudicial ao estande da cultura, diminuindo a produção de grãos. Sá (1999), em experimentos desenvolvidos também com milho, em três regiões do Paraná, observou que a dose de 30 kg de N/ha, no sulco de semeadura, proporcionou resultado equivalente ao de 120 kg de N/ha em cobertura. Em todos os locais, a aplicação de 30 kg de N/ha, na semeadura, possibilitou melhor "arranque", reduzindo ou eliminando a carência inicial atribuída ao processo de imobilização causado pela decomposição dos resíduos de aveia-preta.

A produtividade obtida com o tratamento T7, que recebeu parte da adubação nitrogenada vinte dias antes da semeadura do feijão, não diferiu significativamente das obtidas com os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades. Isso sinaliza que tal procedimento, aparentemente, foi eficiente em melhorar a disponibilidade de N para as plantas, reduzindo a imobilização biológica.

As produtividades obtidas com os tratamentos em que a palhada do milho foi picada mostraram a tendência de ser maiores que as obtidas nos tratamentos com a mesma forma de parcelamento, mas em que se conservou a palhada inteira. Isso parece confirmar que ocorreu deficiência de nitrogênio sob semeadura direta e que o processo de picar a palhada, provavelmente pela mais rápida mineralização e conseqüente liberação de N, minimizou essa imobilização. A dose mais adequada de N na semeadura, sob plantio direto, foi de 60 kg/ha, independentemente de se tratar de palhada inteira ou picada; acima dessa dose a produtividade mostrou tendência à redução.

CONCLUSÕES

1. Sob plantio direto na palhada do milho, o feijoeiro necessita de maior dose de nitrogênio na semeadura, em relação à usualmente recomendada para o preparo convencional do solo, que é de 17,5 kg de N/ha.
2. O modo de parcelamento do nitrogênio na adubação afeta a produtividade do feijoeiro, sob plantio direto após o milho.
3. A operação de picar a palhada do milho favorece a produtividade do feijoeiro.
4. Independentemente de se haver mantido a palhada inteira ou picada, a dose de nitrogênio mais adequada para o feijoeiro, na semeadura e sob plantio direto após o milho, foi de 60 kg/ha.

REFERÊNCIAS

- Arf, O., D. Fornasieri Filho, E.B. Malheiros & S.M.T. Saito. 1991. Efeito da inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Carioca 80. I. Solo de alta fertilidade. Científica, 19(1): 29-38.
- Barbosa Filho, M. P. & O. F. da Silva. 1994. Aspectos agro-econômicos da calagem e da adubação nas culturas de arroz e feijão irrigados por aspersão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 29(11): 1657-1667.
- Coelho, L. A. & J. C. Cruz. 1987. Plantio direto. Informe Agropecuário, 13(147): 46-55.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. 1993. Informações Técnicas para o cultivo de feijão; zonas 61 e 83. Embrapa-SPI, Brasília. 93p.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. 1996. Informações técnicas para o cultivo de feijão. Embrapa-SPI, Brasília. 32p.
- Fernandes, F. M., C. M. Kuramoto & L. M. M. de Mello. 1999. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à adubação nitrogenada, sob semeadura direta na Região do Cerrado. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, Brasília-DF. Anais. CD-ROM.
- Kitur, B. K., M. S. Smith, R. L. Blevins & W. W. Frye. 1984. Fate of ¹⁵N-depleted ammonium nitrate applied to no-tillage and conventional tillage corn. Agronomy Journal, 76(2): 240-242.
- Kurihara, C. H., A. C. Fabrício, C. Pitol, L. A. Staut, A. N. Kichel, M. C. M. Macedo, A. H. Zimmer & S. Wietholter. 1998. Adubação, p.135-144. In J. C. Salton, L. C. Hernani & C. Z. Fontes (Orgs.). Sistema plantio: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa-SPI, Brasília, 248 p.
- Moschler, W. W. & D. C. Martens. 1975. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements in no-tillage and conventionally tilled corn. Soil Society of America Proceedings, 39(5): 886-891.
- Phillips, S. H. & H. M. Young Junior. 1973. No-tillage farming. Reiman Associates, Milwaukee. 152p.
- Sá, J. C. de M. 1996. Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto. Aldeia Norte, Passo Fundo. 24p.
- Sá, J. C. de M. 1999. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. p.291-309. In Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. SBCS, Viçosa / UFLA/DCS, Lavras.
- Salgado, L. T. & R. F. Vieira. 1994. Macronutrientes na cultura do feijão. Informe Agropecuário, 17(178):13-19.
- Silva, C.C. da. 1998. Influência de sistemas agrícolas em características do solo e na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. Tese de Doutorado. UFG, Goiânia. 116p.
- Silveira, P. M. da & M. A. Damasceno. 1993. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 28(11): 1269-1276.
- Stone, L. F. & A. L. Pereira. 1994. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 29(4): 521-533.
- Stone, L. F. & J. A. A. Moreira. 2001. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36(3): 473-481.