

## PARCELAMENTO E APLICAÇÃO TARDIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO FEJJOEIRO IRRIGADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Pedro Marques da Silveira<sup>1</sup>, Luís Fernando Stone<sup>1</sup>, Cleber Moraes Guimarães<sup>1\*</sup>, Augusto Cesar de Oliveira Gonzaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Arroz e Feijão, Km12, Zona Rural, CEP 75375-000 – Santo Antônio de Goiás – GO, Brasil.

**Autor para correspondência:** Cleber Moraes Guimarães; e-mail: cleber.guimaraes@embrapa.br

Recebido: 26/10/2022, Aceito: 16/02/2023

### Resumo

Apesar de inúmeros estudos sobre a adubação nitrogenada no feijoeiro ainda existem muitos questionamentos sobre doses, fontes, época e modo de aplicação do nitrogênio na cultura. Objetivou-se quantificar o efeito do parcelamento e da aplicação tardia de doses de nitrogênio na produtividade de grãos e componentes da produtividade do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado em sistema plantio direto. Os tratamentos consistiram das doses de nitrogênio (N), 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> aplicadas totalmente no estádio V4 (terceira folha trifoliolada aberta) do feijoeiro, somados a mais três tratamentos em que essas doses foram divididas igualmente em duas aplicações, no estádio V4 e no início do estádio R6 (floração) da cultura, mais o tratamento testemunha, sem aplicação de N. A produtividade obtida com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> aplicada totalmente no estádio V4 ou parcelada, sendo metade no V4 e a outra metade no R6, foi maior que a produtividade do feijoeiro sem aplicação de N. Com relação aos componentes da produtividade, houve efeito da dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> aplicada parceladamente nos dois estádios do feijoeiro sobre o número de vagens por planta e não houve efeito sobre o número de grãos por vagem e massa de 100 grãos.

**Palavras-chave:** aplicação tardia, estádios fenológicos, nitrogênio, *Phaseolus vulgaris* L.

## SPLITTING AND LATE APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZATION IN IRRIGATED COMMON BEAN UNDER NO-TILLAGE SYSTEM

### Abstract

Despite numerous studies on nitrogen fertilization in common beans, there are still many questions about doses, sources, time, and mode of application of nitrogen in the crop. The objective was to quantify the effect of splitting and late application of nitrogen doses on grain yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigated in a no-tillage system. The treatments consisted of doses of nitrogen (N), 30, 60, and 120 kg ha<sup>-1</sup> applied totally in the V4 stage (third trifoliolate leaf open), added to three more treatments in which these doses were divided equally in two applications, in the V4 stage and at the beginning of the R6 stage (flowering) of the crop, plus the control treatment, without application of N. The yield obtained with the dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> applied totally in the V4 stage or splitted, being half in V4 and the other half in R6, it was higher than the grain yield without N application. Regarding the yield components, there was an effect of the dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> applied splitted in the two stages of the common bean on the number of pods per plant and there was no effect on the number of grains per pod and 100 grain-weight.

**Keywords:** late application, phenological stages, nitrogen, *Phaseolus vulgaris* L.

## Introdução

A adoção de técnicas que possibilitem a maximização da eficiência do uso de nitrogênio (N) pelo feijoeiro é de extrema importância para aumentar a produtividade de grãos, reduzir o custo de produção e evitar contaminação ambiental (SORATTO et al., 2005). O feijoeiro é muito exigente em N e, diferentemente dos outros macronutrientes, que tiveram maiores avanços nas suas recomendações, dada a contribuições das análises químicas do solo, houve pouco avanço na sua recomendação e o tema é ainda desafiador e motivo para pesquisa. Um avanço foi a orientação da utilização do clorofilômetro portátil na quantificação da adubação nitrogenada da cultura (Silveira e Gonzaga, 2016). Recentemente, Pias et al. (2022) realizaram uma meta-análise da resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada no Brasil. Foram analisados os resultados de 160 experimentos, nas mais diversas condições edafoclimáticas, envolvendo doses e fontes de N, épocas e parcelamento da adubação, fixação biológica de nitrogênio entre outros.

Quanto à época de aplicação do nitrogênio em cobertura, a quase totalidade dos 160 trabalhos revisados por Pias et al. (2022) contemplou aplicações nos estádios iniciais da cultura, até o V4 (terceira folha trifoliolada aberta), e somente quatro trabalhos abordaram adubação nitrogenada em estádios mais tardios. Segundo Arf et al. (1999), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas, a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 DAE (dias após emergência), fase inicial da cultura. Por outro lado, Caballero et al. (1985) verificaram que a absorção máxima de nitrogênio vai até, aproximadamente, 80 DAE, o que está de acordo com Rosolem (1987), que relata aumento na massa de 100 grãos com a aplicação de nitrogênio após o florescimento da cultura, na cv. Carioca.

Soratto et al. (2005) relataram aumento do teor de proteína no grão de feijão com a aplicação tardia de nitrogênio em cobertura, início do estádio R7 (formação de vagens). Guimarães et al. (2017) encontraram aumento da produtividade da cultivar BRS Estilo com a aplicação de N no estádio R5 e Flôres et al. (2017) constataram aumento de número de vagens por planta com a aplicação de N nesse estádio, mas relataram que o parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura apresenta interação com o tipo de palhada remanescente no solo.

O presente estudo teve como objetivo quantificar o efeito do parcelamento e da aplicação tardia de doses de nitrogênio na produtividade de grãos e componentes da produtividade do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

irrigado em sistema plantio direto, em condições de Cerrado.

## Materiais e Métodos

O experimento de campo foi conduzido no inverno de 2022, na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil. As coordenadas geográficas do local são 16°28'00" S, 49°17'00" W e a altitude é de 823 m. O clima é tropical de savana, considerada Aw de acordo com a classificação de Köppen. Existem duas estações bem definidas: normalmente, a estação seca estende-se de maio a setembro (outono / inverno) e a estação chuvosa de outubro a abril (primavera / verão). A precipitação média anual histórica varia de 1.500 a 1.700 mm. A temperatura média anual histórica é de 22,7 ° C, variando anualmente de 14,2 ° C a 34,8 ° C. Durante a condução do experimento foram monitoradas as temperaturas máximas e mínimas diárias, assim como a umidade relativa do ar (Figura 1).

Na área experimental, no ano de 2022, em sistema plantio direto, foi cultivado feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no inverno, sobre palhada de soja. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com sete tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi constituída por 5 m de comprimento e 1,8 metro de largura (4 linhas da cultura espaçadas por 0,45 m). Os tratamentos consistiram das doses de nitrogênio (N), 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> aplicadas totalmente no estádio V4 (terceira folha trifoliolada aberta) do feijoeiro, somados a mais três tratamentos em que essas doses foram divididas igualmente em duas aplicações no estádio V4 e no início do estádio R6 (Floração) da cultura, mais o tratamento testemunha, sem aplicação de N.

A análise do solo no início do estudo mostrou pH (H<sub>2</sub>O) = 5,9; teores de Ca e Mg, respectivamente 20,3 e 12,2 cmolc dm<sup>-3</sup>, P, K, Cu, Zn e Mn de, respectivamente, 8,89; 109,8; 1,1; 5,14 e 11,26 g dm<sup>-3</sup>, teores esses classificados por Souza & Lobato (2004) como adequados a altos, caracterizando um solo de fertilidade construída. Os teores de areia, silte e argila foram de, respectivamente, 496; 95 e 409 g kg<sup>-1</sup> (argiloso) e de matéria orgânica 30,7 g kg<sup>-1</sup>.

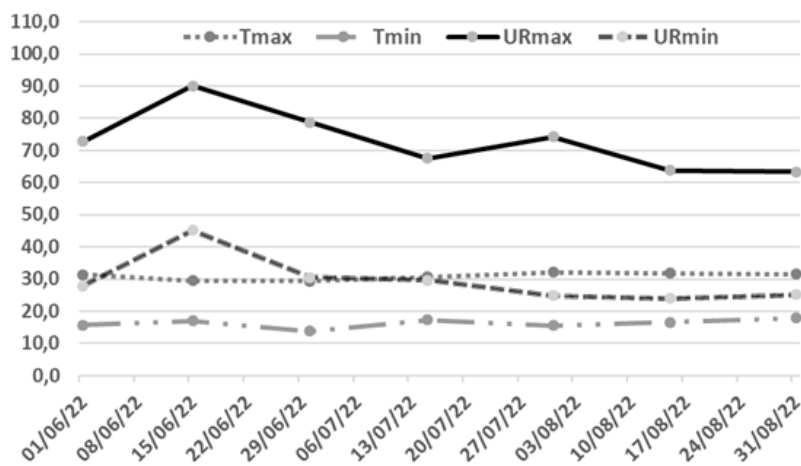
Foi utilizada a linhagem de feijão CNFC 16242, do programa de melhoramento de feijão da Embrapa Arroz e Feijão. O plantio foi realizado dia 01/06/22 e a colheita 30/08/22. A adubação de plantio foi de 250 kg ha<sup>-1</sup> de MAP mais 120 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

As irrigações foram realizadas por meio do sistema pivô-central, e o manejo da irrigação seguiu o software irrigaFeijao, sendo aplicados 326 mm de água de irrigação.

Para obtenção da produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e da massa de 100 grãos (g), coletou-se duas linhas de quatro metros, perfazendo uma área útil de  $3,6 \text{ m}^2$ . Este material foi trilhado e pesado, e corrigiu-se a umidade para 13% (base úmida). Para avaliação do número de vagem por planta e número de grãos por vagem foram coletadas cinco plantas ao acaso dentro da área útil da

parcela. A massa dos grãos das cinco plantas foi somada a massa de grãos do tratamento correspondente para obtenção da produtividade final de grãos.

As variáveis determinadas foram submetidas à análise de variância, por meio do teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com uso do programa Sisvar (Ferreira, 2011).



**Figura 1:** Temperaturas máximas e mínimas diárias e umidade relativa do ar ocorridas durante o desenvolvimento do estudo.

## Resultados e Discussão

A produtividade de grãos e os componentes da produtividade do feijoeiro são apresentados na Tabela 1. A análise de variância mostrou efeito significativo das doses e do parcelamento da adubação nitrogenada. A produtividade de grãos obtida com a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  aplicada totalmente no estágio V4 ou parcelada, sendo metade no V4 e a outra metade no R6, foi maior que a produtividade sem aplicação de N. Ainda, na dose parcelada de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  a produtividade do feijoeiro foi maior do que a obtida na dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ . Isso mostra a grande resposta em produtividade do feijoeiro à aplicação de N, como relatado por Pias et al. (2022), em que em 77% dos 160 trabalhos revisados houve aumento da produtividade de grãos da cultura.

A produtividade de grãos neste estudo passou de  $3.590 \text{ kg ha}^{-1}$  para  $4.083 \text{ kg ha}^{-1}$  quando a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N foi parcelada em duas aplicações, um ganho de produtividade igual a  $493 \text{ kg ha}^{-1}$  ou  $8,2 \text{ sacos ha}^{-1}$ .

Com relação aos componentes da produtividade, a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  aplicada parceladamente nos dois estágios do feijoeiro propiciou maior número de vagens por planta em relação ao tratamento sem N. Não houve efeito da aplicação de N sobre o número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. O número de grãos por vagem é um componente da produtividade pouco

influenciado pelas condições de meio e mais por herdabilidade genética, conforme afirmado por Shimada et al. (2000). Já o componente número de vagens por planta é o que mais tem influência sobre a produtividade de grãos, como observado neste estudo.

No tocante ao efeito positivo da aplicação tardia parcelada do N, a hipótese é que esse N tardio, aplicado na época de florescimento do feijoeiro, será utilizado diretamente pelas estruturas reprodutivas da planta, uma vez que o estágio vegetativo da planta já foi ultrapassado. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a exigência nutricional das culturas, em geral, torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica na época de formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas. Essa maior exigência se deve ao fato de os nutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva.

Segundo Hungria et al. (1985), 60% do N mineral total acumulado pelo feijoeiro durante o ciclo são absorvidos entre os estágios de florescimento e meados do estágio de enchimento dos grãos. Como o nitrogênio das folhas é translocado para os grãos, as folhas mais velhas cairão e a taxa fotossintética das folhas remanescentes decrescerá quase que simultaneamente se a disponibilidade do nutriente no solo for baixa nessa fase do ciclo da cultura (PORTES, 1996), podendo

**Tabela 1:** Produtividade de grãos e componentes da produtividade do feijoeiro, linhagem CNFC16242, em razão de doses e parcelamento da aplicação de nitrogênio (N). Santo Antônio de Goiás- GO. 2022

Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº vagens por planta	Nº grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
0	12,14 b <sup>3</sup>	5,47 a	21,70 a	2.799 c
30 (V4) <sup>1</sup>	15,25 ab	5,37 a	21,70 a	3.581 ab
60(V4)	14,79 ab	5,26 a	21,38 a	3.186 bc
120(V4)	16,08 ab	5,21 a	22,34 a	3.590 ab
15(V4) +15(R6) <sup>2</sup>	13,99 ab	5,49 a	21,84 a	3.438 abc
30(V4) +30(R6)	15,01 ab	5,46 a	21,71 a	3.483 abc
60(V4) + 60(R6)	17,87 a	5,38 a	21,55 a	4.083 a
CV.	12,11	5,34	3,75	12,20

<sup>1</sup>V4= estádio do feijoeiro da terceira folha trifoliolada aberta; <sup>2</sup>R6=floração do feijoeiro; <sup>3</sup>médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ocorrer redução da produtividade de grãos. Brito (1992) afirmou que o acúmulo de matéria seca e de nitrogênio absorvido aumenta significativamente em cada época sucessiva de desenvolvimento das culturas, sendo maior no período de enchimento de vagens e maturação fisiológica, o que, no caso do feijão cv. Carioca, ocorre entre 47 e 78 dias após semeadura.

No passado essa aplicação tardia de N era difícil em lavouras comerciais de feijão dado a dificuldade de tráfico de máquinas, visto que as plantas de feijão já cobriam todo o solo nesta ocasião. Nessa situação o produtor teria que ter disponível um sistema acoplado ao pivô-central para aplicação do fertilizante pela água de irrigação. A aplicação nitrogenada via pivô-central, na água de irrigação, além de diminuir a volatilização da amônia (NH<sub>3</sub>) por colocar o fertilizante em camadas mais profundas do solo, reduz o custo da aplicação. A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo, por apresentar maior concentração de N (46% N) e menor custo por unidade de nutriente. Mas para o N ser utilizado pelas plantas, a ureia deve sofrer hidrólise, que é a quebra da ureia pela enzima urease a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e amônia (NH<sub>3</sub>), e, conseqüentemente, o N na forma de NH<sub>3</sub> pode ser perdido por volatilização, quando aplicado principalmente na superfície do solo (LARA CABEZAS et al. 1997).

Hoje o mercado dispõe de equipamento agrícola para distribuição do adubo aplicando-o há maiores distâncias, trabalhando na mesma linha dos pulverizadores autopropelidos usados para aplicação de defensivos, evitando assim “estradas” adicionais na lavoura, o que facilita a aplicação de nitrogênio em estádios mais tardios da cultura, com ganho de produtividade de grãos do feijoeiro.

O parcelamento e a aplicação tardia da adubação nitrogenada na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> impactaram positivamente a produtividade do feijoeiro irrigado. Entre os componentes da produtividade, apenas o número de vagens por planta respondeu à adubação nitrogenada, quando esta foi aplicada parcelada e na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>.

## Referências

ARF, O.; FERREIRA, E.C.; CARVALHO, M.A. C.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. Efeito de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, Salvador, 1999. *Resumos expandidos...* Goiânia: EMBRAPA, 1999. p. 876-879.

BRITO, M.M.P. *Marcha de absorção de nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação biológica em caupi (Vigna unculata (L.) Walp.) e feijão comum (Phaseolus vulgaris L.) determinada usando 15N*. 1992. 197 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CABALLERO, S.U.; LIBARDI, P.L., REICHARDT, K.; MATSUI, E.; VICTORIA, R.L. Utilização do fertilizante nitrogenado aplicado a uma cultura de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.20, n.9, p.1031-1040, set. 1985.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

Ferreira D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium*, v.6, n.2, p. 36-41. 2008.

## Conclusões

FLÔRES, J.A.; AMARAL, C.B.; PINTO, C.C.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B. Agronomic and qualitative traits of common bean as a function of the straw and nitrogen fertilization. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 47, n.2, p.195-201. 2017

GUIMARÃES, R.A.M.; BRAZ, A.J.B.P.; SIMON, G.A.; FERREIRA, C.J.F.; BRAZ, G.B.P.; SILVEIRA, P.M. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. *Global Science and Technology*. v.10, n.1, p.136-148. 2017

HUNGRIA, M.; NEVES, M.C.P.; VICTÓRIA, R.L. Assimilação do nitrogênio pelo feijoeiro. II. Absorção e translocação do N mineral e do N<sub>2</sub> fixado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, n.3, p. 201-209, 1985.

LARA CABEZAS W.; KORNDORFER G.H.; MOTTA A.S. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 21, p. 489-496. 1997

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-37.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

SHIMADA, M.; SÁ, M.E.; ARF, O. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro comum de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. *Bragantia*, v.59, n.2, p.181-187, 2000.

SILVEIRA, P.M.; GONZAGA, A.C. O. Portable chlorophyll meter can estimate the nitrogen sufficiency index and levels of topdressing nitrogen in common bean. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, v.47, n.1, p. 1-6, 2017.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. *Bragantia*, v.64, n. 2, p.211-218, 2005.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação* 2. ed. Brasília, DF:Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.