



# Scientific Electronic Archives

Issue ID: Vol.18, September/October 2025, p. 1-10

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/18520252112>

+ Corresponding author: [anderson.coelho@unesp.br](mailto:anderson.coelho@unesp.br)

## Doses de nitrogênio em cultivares de feijão-comum com ciclo precoce

### Nitrogen rates in common beans cultivars with early cycle

Fernando de Oliveira Turci Sandrini, Fábio Tiraboschi Leal, Anderson Prates Coelho<sup>+</sup>, Vinícius Augusto Filla, Leandro Borges Lemos

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

**Resumo.** Recomendações de adubação nitrogenada para o feijão-comum não consideram a duração do ciclo das plantas, podendo ocorrer sub ou superestimação da necessidade quando são utilizadas cultivares precoces. Objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura nos atributos morfofisiológicos, produtivos e qualitativos de cultivares precoces de feijão-comum e definir a dose ideal de nitrogênio em cobertura para esses genótipos. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquemas de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas por duas cultivares de feijão-comum com grão comercial tipo carioca de ciclo precoce, sendo elas a TAA Gol e IAC Imperador. As subparcelas foram compostas por cinco doses de N em cobertura: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. As cultivares de feijão de ciclo precoce não se diferenciam quanto ao desempenho agrônomo e apresentam incremento quadrático para a produtividade de grãos em função do aumento das doses de N em cobertura. A dose de N ideal em cobertura para as cultivares é de 115 kg ha<sup>-1</sup>. A cultivar TAA Gol apresenta desempenho qualitativo dos grãos superior à cultivar IAC Imperador, não sendo verificadas diferenças na qualidade dos grãos em função das doses de N. Esses resultados demonstram a importância de estudos para recomendações mais específicas de adubação na cultura do feijão-comum, considerando-se o ciclo do genótipo para manejos mais assertivos.

**Palavras-chaves:** *Phaseolus vulgaris* L., Adubação nitrogenada, Cultivares precoces, Produtividade de grãos, Qualidade de grãos

**Abstract.** Nitrogen fertilization recommendation for common bean do not consider the cycle length of plants, and may underestimate the need for the crop when used early cultivars. The aim of this work was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the morphophysiological, productive and qualitative attributes of early common bean cultivars (IAC Imperador and TAA Gol) and to define the optimal rate of N top-dressing for these genotypes. The experimental design was a randomized block design, in split-plot scheme. The plots were composed of two common bean cultivars with early commercial carioca type grain, TAA Gol and IAC Imperador. The subplots were composed of five N rates: 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>. Early cycle common bean cultivars do not differ in agronomic performance and have quadratic increment for grain yield as a function of increasing N rates in top-dressing. The ideal rate of N for the cultivars is 115 kg ha<sup>-1</sup>. The cultivar TAA Gol has a higher qualitative grain performance than the IAC Imperador cultivar, noting differences in grain quality as a function of N rates. These results shows study relevance for more fertilization specific management in common bean crop, considering genotype cycle for correct management.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., Nitrogen fertilization, Early cultivars, Grain yield, Grain quality

#### Introdução

O Brasil se destaca por ser o maior produtor mundial de feijão, apresentando área plantada de aproximadamente 2,9 milhões de hectares, no entanto a média nacional de produtividade é de apenas 1.033 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2020), sendo o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo comercial

carioca o principal tipo de feijão cultivado no Brasil. Além do ponto de vista nutricional, ela é uma ótima opção para ser inserida na rotação e sucessão de culturas em razão de seu ciclo curto e boa rentabilidade. A baixa média de produtividade é devido aos diversos níveis tecnológicos dos produtores no país, entretanto as regiões Centro-

Oeste e Sudeste podem apresentar valores de produtividade acima de 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, que são obtidos por meio de irrigação do tipo pivô central e utilização de elevada tecnologia.

A utilização de cultivares precoces, comparada com as cultivares de ciclo normal permite aos agricultores maior flexibilidade na programação da rotação/sucessão de culturas, redução dos riscos de ocorrência de estresses bióticos e abióticos, uso de insumos e economia de água e energia devido a menor permanência da cultura no campo. Além disso, essas cultivares reduzem o tempo de retorno do capital investido, e podem possibilitar a colheita em períodos com pequena oferta de feijão no mercado (Melo et al., 2017).

Embora as cultivares de ciclo precoce apresentem elevado potencial produtivo (acima de 3.000 kg ha<sup>-1</sup>), pouco se sabe sobre manejos agrícolas desses genótipos, podendo-se destacar a adubação nitrogenada em cobertura. Em estudo sobre a eficiência de uso e responsividade de 16 cultivares de feijão à aplicação de nitrogênio (N) em cobertura, Leal et al. (2019) observaram diferenças na eficiência de uso do N entre genótipos precoces. O suprimento adequado de nitrogênio está relacionado ao aumento da fotossíntese, crescimento, quantidade e tamanho dos órgãos vegetativos e reprodutivos, e produção de biomassa (Marschner, 2012). No entanto, algumas pesquisas têm verificado que os materiais precoces não têm alcançado produtividades superiores a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> sob cultivo irrigado de inverno com a dose recomendada de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N (Amaral et al., 2016; Flôres et al. 2017).

O N é o nutriente mais importante para o crescimento e determinação do potencial produtivo, além de ser o mais exigido pelo metabolismo do feijoeiro (Oliveira & Thung, 1988). Este nutriente compõe a molécula de clorofila, sendo necessário para a realização da fotossíntese. Além disso, após ser absorvido pelas raízes, passa a ser componente das moléculas de aminoácidos essenciais formadores de proteínas, sendo diretamente responsável pelo aumento do teor de proteínas acumuladas nos grãos. O fornecimento de N influencia não somente o crescimento das plantas de feijão, mas também os atributos quantitativos e qualitativos dos grãos (Farinelli & Lemos, 2010).

Como a fixação biológica do nitrogênio (FBN) não supre totalmente a necessidade desse nutriente, a cultura do feijão requer elevadas quantidades de fertilizantes minerais nitrogenados (Farinelli & Lemos, 2010; Soares et al., 2016). Dessa forma, recomendações de adubação ajustadas (doses, fontes e épocas) para esses materiais genéticos são de suma importância para obtenção de elevadas produtividades, qualidade dos grãos e rentabilidade econômica.

A hipótese do trabalho é que cultivares de feijão-comum de ciclo precoce apresentam diferenças no desempenho agrônomo e qualitativo em função de doses de N em cobertura. Portanto,

objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura nos atributos morfofisiológicos, produtivos e qualitativos de cultivares precoces de feijoeiro-comum (IAC Imperador e TAA Gol) cultivados durante outono-inverno e definir a dose ideal de nitrogênio em cobertura para esses genótipos.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido durante a safra de inverno, no ano agrícola 2017/18, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Universidade Estadual Paulista – UNESP, no município de Jaboticabal – SP, Brasil, com altitude média de 572 metros (21° 14' 59" S; 48° 17' 16" W). O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (Embrapa, 2018), de textura argilosa. O clima é do tipo Aw, de acordo com a classificação proposta por Köppen, sendo caracterizado como subtropical com inverno curto e seco e com verões quentes e chuvosos.

A área experimental encontrava-se no primeiro ano de adoção do sistema plantio direto (SPD) com palhada de milho. O SPD foi implantado por meio da escarificação do solo em 06/12/2017, seguida pela aplicação de calcário (dose de 1 t ha<sup>-1</sup>) com base em análise de solo prévia, com posterior incorporação por aração com arado de discos e duas passagens de grade niveladora. O milho ADR-300 (*Pennisetum americanum* L.) foi semeado em 13/12/2017, na densidade de 14 kg ha<sup>-1</sup> com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, com o objetivo de formar palhada. A planta de cobertura foi dessecada aos 60 dias após a emergência (DAE) das plântulas, utilizando-se de glyphosate na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial. Em seguida, foi realizada a trituração da cultura utilizando triturador de palha mecanizado.

Os atributos químicos de fertilidade do solo e a granulometria foram determinados na camada 0,00-0,20 m de profundidade, anteriormente à semeadura do feijoeiro-comum, de acordo com metodologias descritas por Raij (2001). Os resultados foram pH (CaCl<sub>2</sub>) = 6,1; MO = 22 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 87 mg dm<sup>-3</sup>; K = 9,0 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 48 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 20 mmolc dm<sup>-3</sup>; S = 10 mg dm<sup>-3</sup>; B = 0,25 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 1,0 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 20 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 23 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 4,0 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al = 25 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 102 mmolc dm<sup>-3</sup>; V = 75%, argila = 540 g kg<sup>-1</sup>; silte = 230 g kg<sup>-1</sup> e areia = 230 g kg<sup>-1</sup>.

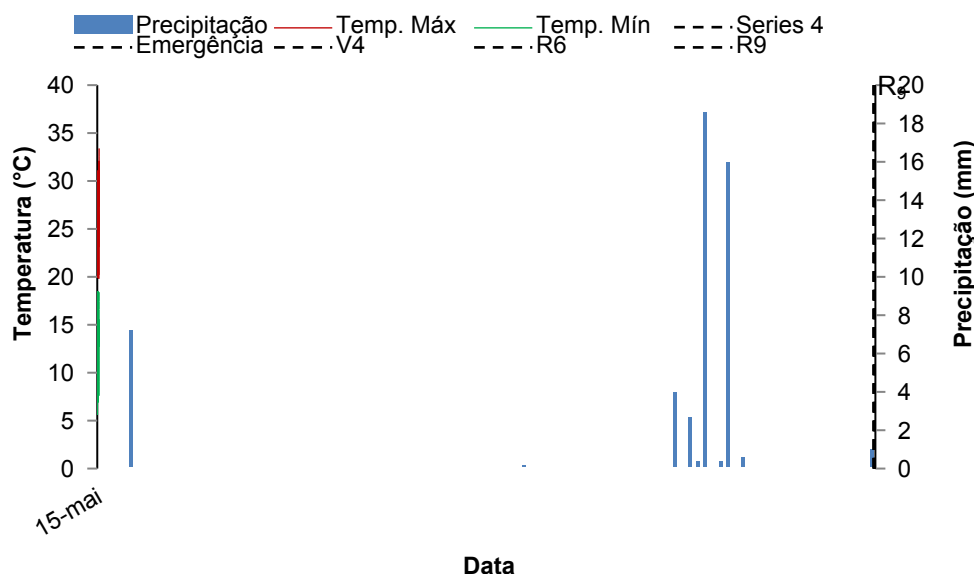
O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquemas de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por duas cultivares de feijoeiro comum com grão comercial tipo carioca de ciclo precoce, sendo elas a TAA Gol e IAC Imperador. As subparcelas foram compostas por cinco doses de N em cobertura: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. A parcela experimental foi constituída por cinco linhas de feijão com cinco metros de comprimento, sendo consideradas como área útil as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade. O experimento totalizou 40 unidades experimentais.

A semeadura das cultivares de feijão foi realizada mecanicamente em 17/05/2018. A adubação de semeadura foi realizada utilizando-se dose de 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04-28-10 (0,3% B, 4% Ca, 0,01% Mo, 5% S e 1,2% Zn), correspondente às doses de 14, 98 e 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Para a semeadura, o espaçamento utilizado foi de 0,45 m entrelinhas, com a densidade de semeadura de 13 sementes por metro de sulco. Estas foram tratadas previamente, na tarde do dia anterior, utilizando-se uma dose de 200 mL p.c. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes dos ingredientes ativos fipronil (250 g L<sup>-1</sup>), piraclostrobina (25 g L<sup>-1</sup>) e tiofanato-metílico (225 g L<sup>-1</sup>). As sementes não foram inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*. Os valores médios de população final de plantas para as cultivares TAA Gol e IAC Imperador foram de 260.888 e 229.110 plantas por hectare, respectivamente.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada, de acordo com cada tratamento, utilizando-se a ureia revestida com polímeros Kimcoat® (43% de N) como fonte. As adubações de cobertura foram efetuadas à lanço sem incorporação no estágio fenológico V<sub>4.3</sub> (emissão da terceira folha trifoliada em 50% das plantas) (Fernández et al., 1985). Após a adubação com N em cobertura, a área foi irrigada com lâmina de

água de 10 mm a fim de evitar perdas desse nutriente por volatilização (Viero et al., 2015).

O manejo fitossanitário foi realizado de acordo com a necessidade e indicações para a cultura. A irrigação foi do tipo aspersão convencional, aplicando-se uma lâmina de água de 10 a 20 mm em turnos de rega variáveis conforme a necessidade da cultura. A lâmina de água acumulada foi de 550 mm. Os dados de precipitação e temperaturas mínima e máxima diária são apresentados na Figura 1. No estágio fenológico R6 (florescimento da cultura), foram coletadas 30 folhas trifoliadas para determinação do teor de N para diagnose foliar (Bataglia et al., 1983). Foi utilizada a terceira folha trifoliada com pecíolo do terço médio de 30 plantas de cada subparcela, seguindo as recomendações de Ambrosano et al. (1997). No florescimento pleno do feijoeiro (R6) foi realizada a leitura do índice de conteúdo de clorofila, nas mesmas folhas coletadas para a diagnose foliar de N, utilizando o equipamento CCM-200 "Chlorophyll Content Meter - Opti-Sciences®", sendo a leitura realizada entre as 08h00min e 10h00min. Ainda no estágio fenológico (R6), foi realizada a altura de plantas, medindo-se dez plantas ao acaso, com auxílio de uma régua, da superfície do solo até o ápice das plantas.



**Figura 1.** Precipitação (mm), temperatura máxima e mínima diária durante o período experimental. S = semeadura - 17/05/2018; V<sub>1</sub> = emergência das plântulas - 26/05/2018; V<sub>4</sub> = 18/06/2018; R6 = florescimento pleno - 30/06/2018; R<sub>9</sub> = maturidade fisiológica - 15/08/2018; C = colheita - 22/08/2018. Fonte: Estação Agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP.

No estágio fenológico R<sub>9</sub>, por ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas consecutivas em cada subparcela para a determinação dos componentes de produção do feijoeiro. Foi determinado o número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de 100 grãos. A produtividade de grãos foi obtida após arranquio manual e trilha

mecanizada das plantas presentes nas três linhas centrais de cada subparcela. Tanto para a massa de 100 grãos quanto para a produtividade de grãos a umidade dos grãos foi padronizada em 0,13 g g<sup>-1</sup>.

Para a determinação do rendimento de peneiras dos grãos, as amostras foram submetidas ao conjunto de peneiras de crivos oblongos 11/64" x

3/4 (4,37 x 19,05 mm), 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm), 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm), 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05 mm) e maior ou igual a 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm em agitação por um minuto, determinando o rendimento de grãos em cada peneira e o rendimento de grãos em peneiras igual ou maior do que 12. O percentual de grãos foi calculado por meio da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso total da amostra de cada subparcela. Com os dados do rendimento de peneiras, foi calculado a porcentagem relativa de grãos em peneiras (PRGP), de acordo com Carbonell et al. (2010).

O teor de proteína dos grãos foi determinado pela equação TPB = N total x 6,25 (AOAC, 1995), em que o N total representa o teor total de N nos grãos provenientes de cada subparcela, obtido pela digestão sulfúrica, de acordo com Bataglia *et al.* (1983). Para a determinação do tempo de cozimento, as amostras homogêneas de grãos classificadas em peneira de furos oblongos 12/64 x 3/4" (4,76 x 19,05mm) foram submetidas ao cozedor de Mattson, que consta basicamente de 25 estiletes verticais, cada um com peso de 90 gramas, terminados em ponta de 1/16" de diâmetro. A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão encontra-se cozido a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, 13 estiletes forem deslocados. Para essa determinação os grãos foram hidratados em água destilada durante um período de 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a 96°C. Foi adotada a escala de Proctor & Watts (1987) para verificar o nível de resistência ao cozimento.

Para a capacidade de hidratação dos grãos, foram utilizadas os grãos retidos na peneira 12/64 x

3/4" (4,76 x 19,05 mm). A análise foi realizada com a utilização de uma proveta graduada com capacidade de 500 mL e precisão de 5 mL, com béqueres com capacidade de 250 mL. Em cada béquer foi colocada uma amostra, constituída de aproximadamente 50 g de grãos, adicionando-se 200 mL de água destilada. Durante um tempo de 16 horas, foram feitas avaliações do volume de água não absorvido pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta, em intervalos de duas horas. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. A relação de hidratação foi determinada como sendo a razão entre a massa após a hidratação e a massa inicial dos grãos. Durante a condução do teste foi verificada a temperatura da água.

Os dados foram submetidos a análise de variância (Teste F), ao nível de probabilidade de 5%, e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando foi observado efeito significativo para o fator dose de N e para a interação cultivar x doses de N, foi realizado o estudo de regressão polinomial.

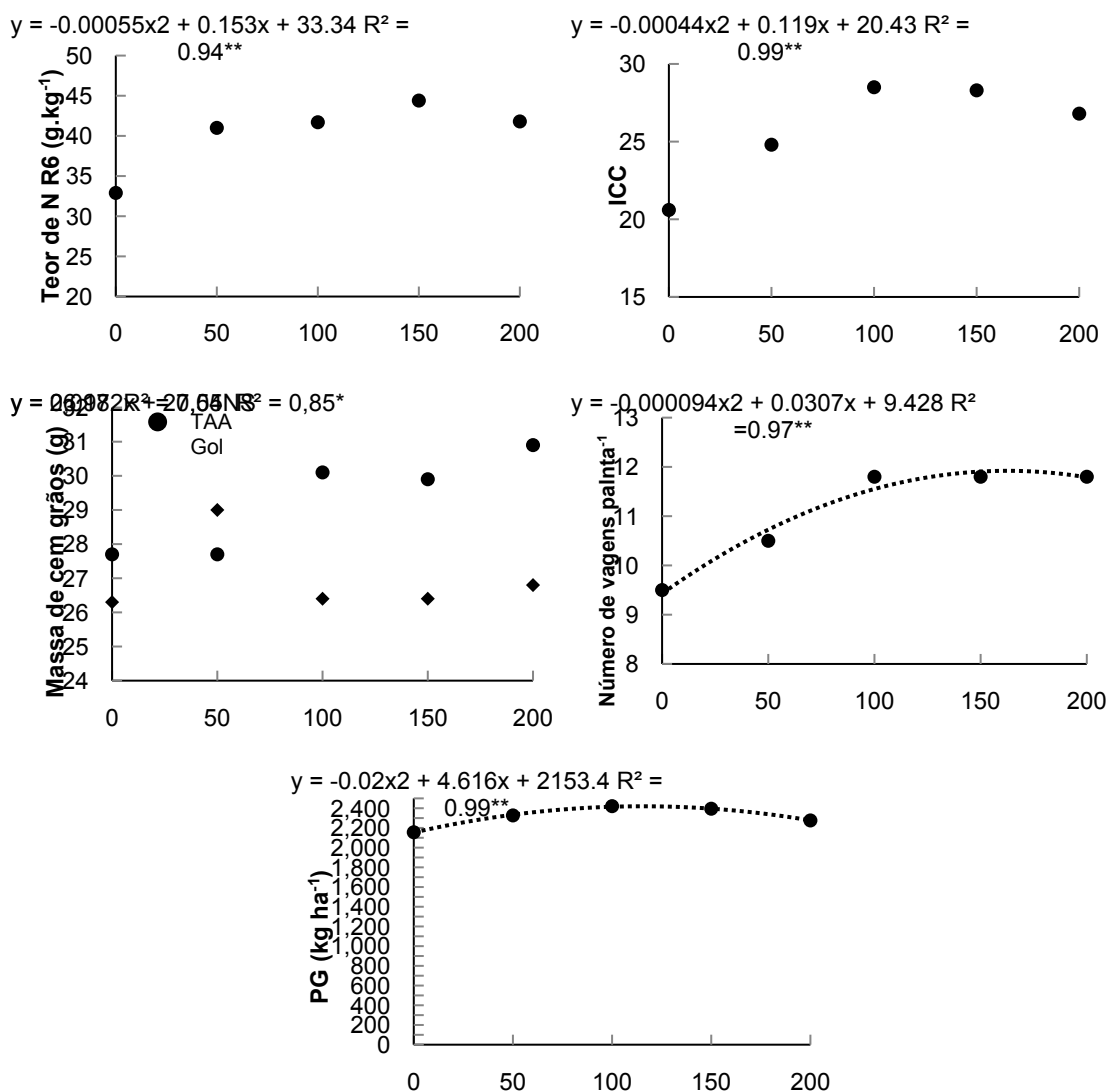
## Resultados e discussão

O teor de N foliar no florescimento pleno (estádio fenológico R<sub>6</sub>) somente foi influenciado significativamente pelas doses de nitrogênio (N) em cobertura, não existindo diferenças entre as cultivares para essa variável (Tabela 1). Os valores médios de teor de N nesse estágio fenológico variaram entre 32,9 e 41,8 g kg<sup>-1</sup>. Os teores desse nutriente na folha diagnóstica ajustaram-se em função das doses crescentes de N a uma regressão de segundo grau, sendo o máximo teor de N verificado com a dose 139 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 2A)

**Tabela 1.** Teor de N foliar, índice de conteúdo de clorofila (ICC) no estágio fenológico R<sub>6</sub> (florescimento pleno) e altura de plantas (AP) em função das cultivares de feijoeiro comum e das doses de nitrogênio em cobertura

Fatores	N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	ICC	AP (cm)
<i>Cultivares</i>			
TAA Gol	40,0	27,4 a	27,7
IAC Imperador	40,7	24,1 b	27,8
CV% - C	15,32	11,64	16,74
<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
0	32,9	20,6	26,9
50	41,0	24,8	27,3
100	41,7	28,5	28,4
150	44,4	28,3	27,8
200	41,8	26,7	28,4
CV% - D	12,84	7,54	11,02
<i>Teste F</i>			
Cultivar (C)	0,10 <sup>NS</sup>	12,07*	0,01 <sup>NS</sup>
Dose de N (D)	5,66**	22,51**	0,38 <sup>NS</sup>
C x D	0,68 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	0,98 <sup>NS</sup>

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo pelo teste F. \*\*Significativo pelo teste F (p < 0,01). \*Significativo pelo teste F (p < 0,05).



**Figura 2.** Teor de nitrogênio da parte aérea em R<sub>6</sub> (A), índice de conteúdo de clorofila (ICC) em R<sub>6</sub> (B), massa de cem grãos (C), número de vagens por planta (D), produtividade de grãos (PG) (E) em função de doses de nitrogênio

O índice de conteúdo de clorofila (ICC) nesse mesmo estágio fenológico teve efeito significativo das cultivares de feijoeiro comum e das doses de N utilizadas (Tabela 1). Os maiores ICC foram obtidos para a cultivar TAA Gol. Seguindo o mesmo padrão de resposta do obtido para o teor de N em função das doses de N, os valores ICC ajustaram-se a uma equação de segundo grau e o valor máximo de conteúdo de clorofila foi obtido com a dose 135 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 2B). A altura de plantas não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados, bem como pela interação entre eles (Tabela 1).

O número de vagens por planta (NVP) foi afetado apenas pelas doses de N cobertura e o número de grãos por vagem (GPV) não foi afetado de forma significativa pelas cultivares e doses de N em cobertura (Tabela 2). O número médio de vagens por planta da cultivar TAA Gol foi de 10,7, inferior ao encontrado para IAC Imperador de 11,4. Para essa variável, os valores de NVP ajustaram-se a uma

equação de segundo grau e o valor máximo foi obtido com a dose 163 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 2D). Os valores médios de grãos por vagem tiveram comportamento oposto ao verificado anteriormente, obtendo número superior para a cultivar TAA Gol de 4,3, enquanto que para a IAC Imperador este número foi de 4 grãos por vagem.

A massa de cem grãos (M100) foi influenciada significativamente pelas cultivares de feijoeiro, não havendo diferenças entre as doses de N para essa variável. Observou-se que a cultivar TAA Gol apresentou M100 superior a cultivar IAC Imperador. Além disso, desdobrando-se a interação significativa "Cultivar versus Doses de N" para esse atributo, observou-se que a cultivar TAA Gol apresentou incremento linear da M100 com o aumento da dose de N em cobertura, enquanto na cultivar IAC Imperador isso não foi observado, não havendo alterações nessa variável com o incremento de N (Figura 2C).

**Tabela 2.** Número de vagens por planta (NVP) e de grãos por vagem (GPV), massa de cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PG) em função das cultivares de feijoeiro comum e das doses de nitrogênio em cobertura

Fatores	NVP	GPV	M100 (g)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
<i>Cultivares</i>				
TAA Gol	10,7	4,3	29,3 a	2.391
IAC Imperador	11,4	4,0	27,0 b	2.239
CV% - C	30,45	15,08	7,75	6,68
<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>				
0	9,5	4,1	27,0	2.156
50	10,5	3,9	28,3	2.327
100	11,8	4,2	28,3	2.421
150	11,8	4,2	28,2	2.395
200	11,8	4,1	28,9	2.276
CV% - D	14,49	6,91	6,17	6,95
<i>Teste F</i>				
Cultivar (C)	0,31 <sup>NS</sup>	2,29 <sup>NS</sup>	10,77*	9,58 <sup>NS</sup>
Dose de N (D)	3,51*	1,13 <sup>NS</sup>	1,28 <sup>NS</sup>	3,45*
C X D	1,41 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	3,45*	0,66 <sup>NS</sup>

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>NS</sup> Não significativo pelo teste F. \* Significativo pelo teste F (p < 0,01). · Significativo pelo teste F (p < 0,05).

A produtividade de grãos (PG) somente foi influenciada significativamente pelas doses de N em cobertura, não havendo diferenças entre as cultivares para essa variável. Os valores médios de produtividade grãos variaram entre 2.054,4 e 2.478,1 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Para essa variável, os valores de PG ajustaram-se a uma equação de segundo grau e o valor máximo foi obtido com a dose 115 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 2E).

O teor de proteínas nos grãos e o tempo para cozimento não foram afetados de forma significativa pelas cultivares e doses de N em cobertura (Tabela 3). O valor médio do teor de proteínas nos grãos para as cultivares TAA Gol e IAC Imperador foi de 18,9% e 19,5%, respectivamente. O tempo para cozimento (TC) médio para as cultivares TAA Gol e IAC Imperador foi de 22,8 e 26,6 minutos, respectivamente

**Tabela 3.** Teor de proteínas nos grãos, tempo para cozimento (TC) e para máxima hidratação dos grãos (TMH), relação de hidratação dos grãos (RH), rendimento de peneira maior que 12 (RP) e produção relativa de grãos em peneiras (PRGP) em função das cultivares de feijoeiro comum e das doses de nitrogênio em cobertura

Fatores	Proteína (%)	TC min	TMH h:min	RH	RP (%)	PRGP
<i>Cultivares</i>						
TAA Gol	18,9	22,8	11:00	1,95 b	76,2 a	6,3 a
IAC Imperador	19,5	26,6	10:59	1,97 a	42,5 b	4,5 b
CV% - C	8,75	19,55	5,95	0,63	11,54	13,61
<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>						
0	18,5	23,1	11:14	1,96	56,3	5,2
50	18,4	24,7	10:55	1,95	59,2	5,4
100	19,1	25,1	10:55	1,96	63,0	5,6
150	20,0	26,1	10:52	1,96	59,6	5,4
200	19,9	24,4	11:01	1,96	56,2	5,3
CV% - D	9,67	8,88	2,54	0,49	9,50	5,67
<i>Teste F</i>						
Cultivar (C)	1,24 <sup>NS</sup>	6,12 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	20,51*	230,62**	58,46**
Dose de N (D)	1,38 <sup>NS</sup>	1,98 <sup>NS</sup>	2,03 <sup>NS</sup>	2,60 <sup>NS</sup>	2,00 <sup>NS</sup>	1,35 <sup>NS</sup>
C X D	0,79 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	0,91 <sup>NS</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>NS</sup>Não significativo pelo teste F. \*\*Significativo pelo teste F (p < 0,01). \*Significativo pelo teste F (p < 0,05).

O TMH não foi influenciado de forma significativa pelas cultivares e doses de N em cobertura (Tabela 3). O tempo médio para máxima

hidratação para as cultivares TAA Gol e IAC Imperador foi de 11 horas. A relação de hidratação teve efeito significativo apenas das cultivares de

feijoeiro comum, não sendo afetada pelas doses de N em cobertura (Tabela 3). As maiores relações de hidratação foram obtidas pela cultivar TAA Gol.

O RP e a PRGP foram influenciados apenas pelas cultivares, não havendo diferenças significativas entre as doses de N (Tabela 3). O RP para as cultivares TAA Gol e IAC Imperador foi de 75,2% e 42,6%, respectivamente. A PRGP para as cultivares TAA Gol e IAC Imperador foi de 6,3 e 4,5, respectivamente (Tabela 3).

A porcentagem de grãos retidos em peneiras 11, 12 e 13 foi influenciada significativamente somente pelas cultivares, não existindo efeito das doses de N em cobertura (Tabela 4). Observou-se que os maiores valores para a menor peneira (P11) foi obtido na cultivar IAC Imperador, enquanto que nas peneiras maiores (P12 e P13) a cultivar TAA Gol apresentou valores superiores. Para a P14 não foi observado diferença entre cultivares

**Tabela 4.** Porcentagem de grãos retidos em peneiras 11 (P11), 12 (P12), 13 (P13) e 14 (P14) em função das cultivares de feijoeiro comum e das doses de nitrogênio em cobertura

Fatores	P11 (%)	P12 (%)	P13 (%)	P14 (%)
<i>Cultivares</i>				
TAA Gol	18,5 b	50,8 a	22,6 a	1,8
IAC Imperador	37,1 a	35,7 b	5,9 b	0,9
CV% – C	15,28	18,64	77,82	110,96
<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>				
0	29,9	42,1	12,4	1,8
50	28,5	43,9	14,2	1,1
100	25,3	46,0	15,7	1,2
150	27,0	43,8	14,6	1,3
200	28,3	40,5	14,2	1,5
CV% - D	15,75	10,52	32,81	89,04
<i>Teste F</i>				
Cultivar (C)	190,47**	34,70**	22,57*	3,94 <sup>NS</sup>
Dose de N (D)	1,26 <sup>NS</sup>	1,65 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,38 <sup>NS</sup>
C X D	0,70 <sup>NS</sup>	2,41 <sup>NS</sup>	0,54 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
<sup>NS</sup> Não significativo pelo teste F. \* Significativo pelo teste F ( $p < 0,01$ ). \*\* Significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ )

Independentemente do tratamento, o teor de N na folha diagnóstica ( $R_6$ ) foi superior ao limite mínimo estabelecido para o feijoeiro de 30 g kg<sup>-1</sup> (Ambrosano et al., 1997). Isso demonstrou a capacidade de fornecimento de nitrogênio pelo solo da área experimental, pois mesmo no tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura o teor de N foliar foi superior ao limite crítico mínimo. Esse fato refletiu em outros atributos de crescimento que não foram influenciados pela adubação nitrogenada em cobertura, podendo-se destacar a altura de plantas. Em estudos realizados em áreas próximas ao do presente estudo, com o mesmo tipo de solo, observa-se que o efeito da adubação nitrogenada em cobertura no crescimento e produtividade de culturas como o milho e o feijoeiro é pequeno ou até mesmo inexistente (Amaral et al., 2016; Flôres et al., 2017; Amaral et al., 2018), demonstrando a elevada fertilidade natural do solo.

Verifica-se que as máximas doses de N em cobertura que proporcionaram o máximo valor do ICC e do teor de N foliar foram semelhantes, sendo de 135 kg ha<sup>-1</sup> e 139 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Ainda, observa-se que a correlação das médias

dessas duas variáveis em função das doses de N foi de 0,94 ( $p < 0,05$ ), apresentando-se como uma técnica alternativa na diagnose foliar do feijoeiro. Pelas equações da variação dos valores de ICC e do teor de N foliar em função das doses de N, verifica-se que os coeficientes lineares e angulares das equações foram semelhantes, indicando semelhança na variação das duas variáveis em função das doses de N em cobertura. Dessa maneira, observa-se que o ICC é um bom indicativo do estado nutricional do feijoeiro, conforme confirmado por Maia et al. (2017).

Dos componentes de produção, observou-se que o número de grãos por vagem não apresentou diferenças significativas entre as doses de N em cobertura. Isso é justificado, pois dentre os componentes de produção esse é o que apresenta a maior interferência genotípica, enquanto que os demais (NVP e M100) apresentam interferência pelo manejo agrícola adotado (Mingotte et al., 2013). Em estudo de eficiência e responsividade de uso de N por 16 cultivares de feijão, Leal et al. (2019) observaram que o número de grãos por vagem não foi alterado pela adubação nitrogenada

em cobertura, apenas entre genótipos, confirmando o que foi discutido anteriormente.

Para o NVP, observou-se incremento quadrático com o aumento da dose de N em cobertura. Sendo assim, esse foi o componente de produção que justificou o incremento da produtividade de grãos das duas cultivares com o incremento da dose de N em cobertura. Embora significativo, observa-se que o incremento da produtividade do feijoeiro com o aumento da dose de N é pequeno, uma vez que a diferença de PG sem adubação nitrogenada de cobertura ( $2153 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e a máxima PG ( $2419 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi de apenas  $266 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $4,43 \text{ sacas ha}^{-1}$ ). Isso é justificado pela elevada fertilidade do solo da área do presente estudo, apresentando elevada capacidade de fornecimento de N.

Verifica-se que em solo de menor fertilidade e sob sistema de plantio direto, o incremento da produtividade do feijoeiro em função da adubação nitrogenada em cobertura é superior ao verificado no presente estudo. Em Latossolo Vermelho distrófico, Sant'Ana et al. (2010) observaram que o incremento de produtividade do feijoeiro sem adubação nitrogenada em cobertura ( $1967 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e a máxima produtividade obtida ( $3756 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi de  $1789 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em solo de elevada fertilidade (Nitossolo Vermelho), Kotz-Gurgacz et al. (2018) observaram incremento de apenas  $317 \text{ kg ha}^{-1}$  na PG do feijoeiro cultivado sem adubação nitrogenada em cobertura e a dose que garantiu a máxima produtividade ( $124 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ), corroborando com o observado no presente estudo.

A dose de adubação nitrogenada em cobertura recomendada para a obtenção de elevadas produtividades do feijoeiro é de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Ambrosano et al., 1997). Sendo assim, observa-se que a dose que garantiu a máxima produtividade de grãos nas cultivares de ciclo precoce no presente estudo ( $115 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi superior a dose padrão recomendada para a cultura. Isso pode indicar que cultivares de ciclo precoce são mais exigentes em N, pois houve diferença de  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  entre a dose padrão recomendada e a máxima ideal obtida no presente estudo.

Nenhum atributo qualitativo dos grãos foi afetado pela adubação nitrogenada em cobertura, somente para o fator cultivar para as variáveis RH, RP, PRGP, P11, P12 e P13. Justifica-se a não resposta dos genótipos ao manejo agrícola adotado para essas variáveis devido a elevada fertilidade natural do solo da área do presente experimento, conforme discutido anteriormente. O teor de proteína variou entre 18,5% e 20,0%, estando dentro da faixa observada em outros estudos para o feijoeiro (Farinelli & Lemos, 2010; Pereira et al., 2017). Para o TC, observa-se que os grãos apresentaram "resistência normal ao cozimento", de acordo com a escala de Proctor & Watts (1987), pois os grãos apresentaram TC entre 21 e 28 minutos. Embora significativo para o fator cultivar, a diferença da RH entre cultivares foi pequena, sendo

de apenas 0,02. Os valores observados para essa variável se encontram próximo de 2,00, sendo o mesmo observado em outros estudos para o feijoeiro (Farinelli & Lemos, 2010; Pereira et al., 2017).

Para o rendimento de peneiras maior ou igual a 12 (RP), foi observado diferença significativa entre cultivares, com a cultivar TAA Gol apresentando valor 33,7% maior em relação a cultivar IAC Imperador. Além disso, a cultivar TAA Gol apresentou RP superior a 70%, sendo esse valor o mínimo estabelecido por Carbonell et al. (2010) para caracterizar-se grãos graúdos e com maior valor agregado. Para o PRGP, nenhum dos genótipos apresentou valor superior a 7, sendo o valor mínimo considerado ideal para maior retorno econômico para o feijoeiro (Carbonell et al., 2010). Entretanto, mais uma vez, percebe-se que a cultivar TAA Gol apresentou valor 40% superior em relação a cultivar IAC Imperador para essa variável.

Avaliando a porcentagem de grãos retida nas peneiras 11, 12, 13 e 14, a cultivar IAC Imperador apresentou maior quantidade de grãos retidos na peneira 11, enquanto a cultivar TAA Gol na peneira 12. Assim, essa distribuição dos grãos nas peneiras, juntamente com as variáveis RP e o PRGP, confirmam a maior quantidade de grãos menores da cultivar IAC Imperador e de grãos maiores na cultivar TAA Gol.

## Conclusão

As cultivares de feijão de ciclo precoce não se diferenciam quanto ao desempenho agrônomico e apresentam incremento quadrático para a produtividade de grãos em função do aumento das doses de N em cobertura. A dose ideal de N em cobertura para ambas as cultivares é de  $115 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. A cultivar TAA Gol apresenta desempenho qualitativo dos grãos superior à cultivar IAC Imperador, não sendo verificadas diferenças na qualidade dos grãos em função das doses de N.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor.

## Referências

- AMARAL, C. B.; OLIVEIRA, G. H. F.; MÔRO, G. V. availability. Archives of Agronomy and Soil Science, v. 64, n. 10, p. 1465-1472, 2018.
- AMARAL, C. B.; PINTO, C. C.; FLÔRES, J.A.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 9, p. 1602-1609, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900060>.



- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). *Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 194-195. (Boletim Técnico, 100)
- AOAC INTERNATIONAL (Gaithersburg, Estados Unidos). *Official methods of analysis of AOAC International*. 16.ed. Washington, 1995. 200 p.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).
- CARBONELL S. A. M.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. *Ciência Rural*, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira (grãos). v.7, safra 2019/20, n.4, quarto levantamento, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em 25 fev. 2020.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileira de classificação de solo. Santos et al. (Eds). 5 ed. Brasília, DF, Brasil, 356 p., 2018.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade, eficiência agrônômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. *Bragantia*, v. 69, n. 1, p. 165-172, 2010.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta del frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. V. *Frijol: investigación y producción*. Cali: CIAT, p.61-78, 1985.
- 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.
- KOTZ-GURGACZ, T. E.; SORATTO, R. P.; GUIDORIZZI, F. V. C. Foliar and topdressing application of nitrogen to the common bean crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 12, p. 1329-1337, 2018.
- LEAL, F. T.; FILLA, V. A.; BETTIOL, J. V. T.; SANDRINI, F. O. T.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Use efficiency and responsivity to nitrogen of common bean cultivars. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 43, p. e004919, 2019.
- MAIA, S. C. M.; SORATTO, R. P.; LIEBE, S. M.; ALMEIDA, A. Q. Criteria for topdressing nitrogen application to common bean using chlorophyll meter. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, n. 7, p. 512-520, 2017.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 3. ed. London: Elsevier, 2012, 643p.
- MELO, L. C.; PEREIRA, H. S.; SOUZA, T. L. P. O.; FARIA, L. C.; AGUIAR, M. S.; WENDLAND, A.; CARVALHO, H. W. L.; ALMEIDA, V. M.; MELO, C. L. P.; COSTA, A. F.; ITO, M. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; POSSE, S. C. P.; MAGALDI, M. C. S.; CABRERA DIAZ, J. L.; COSTA, J. G. C.; ABREU, A. F. B.; MARTINS, M.; GUIMARÃES, C. M.; TRINDADE, N. L. S. R.; MELO, P. G. S.; BRAZ, A. J. B. P.; SOUZA, N. P.; FARIA, J. C.. BRS FC104: Cultivar de Feijão-Comum Carioca Superprecoce. Santo Antônio de Goiás - GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 4p. (Comunicado Técnico 239).
- MINGOTTE, F. L. C.; GUARNIERI, C. C. O.; FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. *Bioscience Journal*, v. 9, n. 5, p. 1101-1110, 2013.
- OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: Zimmermann MJO, Rocha M, Yamada T (Eds). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, SP: Potafos, 1988. p. 175-212.
- PEREIRA, H. S.; ALVARES, R. C.; MELO, L. C.; COSTA, A. F.; CARVALHO, H. W. L. Culinary and nutritional quality of common bean lines with Carioca grain type and interaction with environments. *Revista Ceres*, v. 64, n. 2, p. 159-166, 2017.
- PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.
- RAIJ, B. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. 2.ed. Piracicaba, SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.
- SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SOARES, A. L. L.; FERREIRA, A. A. F.; PEREIRA, J. P. A. R.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG): II - feijoeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 803-811, 2006.

VIERO, F.; BAYER, C.; VIEIRA, R. C. B.; CARNIEL, E. Management of irrigation and nitrogen fertilizers to reduce ammonia volatilization. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1737-1743, 2015