

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DE CULTIVARES  
ALTERNATIVAS DE FEIJOEIRO EM MINAS  
GERAIS**

**JAIRO BOAVENTURA DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**2008**

**JAIRO BOAVENTURA DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DE CULTIVARES ALTERNATIVAS DE  
FEIJOEIRO EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS  
MINAS GERAIS- BRASIL  
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos  
Técnicos da Biblioteca Central da UFLA**

Oliveira Júnior, Jairo Boaventura de.

Adubação nitrogenada de cultivares alternativas de feijoeiro em Minas Gerais / Jairo Boaventura de Oliveira Júnior. – Lavras : UFLA, 2008.

51 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.

Bibliografia.

1. Nitrogênio. 2. Germoplasma. 3. *Phaseolus vulgaris*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.652894

**JAIRO BOAVENTURA DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DE CULTIVARES ALTERNATIVAS DE  
FELJOEIRO EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 14 de outubro de 2008

Profa. Dra. Janice Guedes de Carvalho UFLA

Pesquisador Dr. Telde Natel Custódio UFLA

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho UFLA

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS- BRASIL  
2008

*A Deus, por sempre nos abençoar e aos meus pais, por tudo que passaram para  
que eu chegasse onde estou.*

## **OFEREÇO**

*Ao meu orientador, Messias José Bastos de Andrade, pelo apoio essencial na  
realização do trabalho e por ter sido para mim um exemplo de profissionalismo,  
integridade e competência, e, acima de tudo, um amigo.*

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jairo Martins de Oliveira e Maria do Carmo Boaventura Martins, pelo amor, dedicação, apoio incondicional e confiança depositada durante todas as etapas de minha vida, fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao meu irmão, Vinícius, pelo companheirismo, amizade e apoio.

A minha namorada, Daniele, pelo carinho, amor, apoio e amizade. Você foi essencial para a concretização deste trabalho.

A todos os meus amigos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, de modo especial a Álvaro (meu irmão de Lavras), Bruno e Ana Luísa.

Aos meus colegas de pós-graduação: Neiva, Anatércia e Armando, pela ajuda na condução dos experimentos.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí e à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), por terem cedido a área para a instalação dos experimentos e a todos os funcionários que ajudaram na implantação e condução dos ensaios.

Ao meu orientador professor, Dr. Messias José Bastos de Andrade, por todos os ensinamentos, pela confiança depositada e pelo incentivo.

À professora Dra. Janice Guedes de Carvalho, pelo apoio na co-orientação e participação na banca avaliadora.

Ao pesquisador Dr. Telde Natel Custódio, pela ajuda na parte estatística do trabalho e participação na banca.

Ao professor Dr. Gabriel José de Carvalho, pela participação na banca avaliadora. E a todos os professores, funcionários e colegas de pós-graduação do Setor de Fitotecnia/Departamento de Agricultura da UFLA.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO _____	i
ABSTRACT _____	ii
<b>ARTIGO I: Adubação nitrogenada na semeadura de cultivares alternativas de feijoeiro no centro-oeste e sul de Minas Gerais _____</b>	<b>1</b>
Abstract _____	1
Resumo _____	2
Introdução _____	3
Material e métodos _____	6
Resultados e discussão _____	9
Conclusões _____	14
Referências bibliográficas _____	15
<b>ARTIGO II: Adubação nitrogenada de cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais _____</b>	<b>30</b>
Resumo _____	31
Abstract _____	31
Introdução _____	31
Material e métodos _____	34
Resultados e discussão _____	40
Conclusões _____	47
Referências bibliográficas _____	47

## RESUMO

OLIVEIRA JÚNIOR, Jairo Boaventura de. **Adubação nitrogenada de cultivares alternativas de feijoeiro em Minas Gerais**. 2008. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Com o objetivo de avaliar a resposta de cultivares alternativas de feijoeiro a diferentes doses de nitrogênio, foram conduzidos quatro experimentos de campo, dois no sul e centro-oeste (Lavras e Bambuí) e dois no norte de Minas Gerais (Mocambinho e Jaíba). O delineamento estatístico foi blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x5, envolvendo quatro cultivares (Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha e Jalo) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 Kg ha<sup>-1</sup>) fonte uréia. No sul e no centro-oeste o nitrogênio foi aplicado em dose única na semeadura na safra das águas; no norte de Minas, as doses foram aplicadas metade na semeadura e metade em cobertura, na safra de inverno sob irrigação. Avaliaram-se o estande final e o rendimento de grãos com seus componentes primários. No sul e no centro-oeste, o número de grãos por vagem e o peso de cem grãos do feijoeiro não foram influenciados pelas doses de N. Em Lavras, onde o ambiente foi menos limitante, o aumento da dose de N no sulco de plantio reduziu o estande, mas elevou o número de vagens por planta e o rendimento de grãos, este último até à dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Em Bambuí, onde houve maior precipitação pluvial, estes efeitos não se manifestaram. No noroeste de Minas, o aumento da dose de N no sulco de plantio elevou o número de vagens por planta, mas reduziu a população de feijoeiros, não influenciando o rendimento de grãos. A cultivar Radiante superou, em rendimento, as demais cultivares, mas as quatro constituem boas opções para diversificação da produção de feijão irrigado na região norte de Minas Gerais.

---

Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Orientador),  
Janice Guedes de Carvalho – UFLA (Co-orientador).



## ABSTRACT

OLIVEIRA JÚNIOR, Jairo Boaventura de. **Nitrogen fertilization for alternative bean cultivars at Minas Gerais State, Brazil**. 2008. 51p. Thesis. (Master in Agronomy/Crop Science) - Federal University of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

With the objective to evaluate the response of alternative beans cultivars to levels of nitrogen fertilization, four field experiments were carried out in the south (Lavras), middle west (BambuÍ) and north (Mocambinho e JaÍba) regions of the Minas Gerais State, Brazil. The statistical design was randomizing blocks, with three replications and a 4x5 factorial arrangement, involving four bean cultivars (Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha and Jalo) and five nitrogen doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup>) urea source. Were evaluated the final stand and the grain yield with its primary components. In the south and middle west regions, the grain number per pod and the weight of one hundred grains had not been influenced by the N doses. At Lavras country, where the environment was less limited, the increase of the N doses at planting reduce the final stand, but it raised the pod number per plant and the grain yield, this last until the 60 Kg ha<sup>-1</sup> de N. At Bambuí country, where it had greater pluvial precipitation, these effects had not been observed. In the north region, the increase of the N doses raises the pod number per plant, but reduces the bean plant population, not influencing the grains yield. The Radiante cultivar surpasses, in grain yield terms, the other cultivars, but all the four constitute good options for beans production diversification in the north region of Minas Gerais State, Brazil.

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Dr. Messias José Bastos de Andrade - UFLA (adviser), Dra. Janice Guedes de Carvalho (Co-adviser) – UFLA.

## ARTIGO I

### ADUBAÇÃO NITROGENADA NA SEMEADURA DE CULTIVARES ALTERNATIVAS DE FEIJOEIRO NO CENTRO-OESTE E NO SUL DE MINAS GERAIS<sup>1</sup>

JAIRO BOAVENTURA DE OLIVEIRA JÚNIOR<sup>2</sup>  
MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE<sup>3</sup>  
NEIVA MARIA BATISTA VIEIRA<sup>4</sup>  
VLADIMIR MODESTO TEODORO<sup>2</sup>  
ANATÉRCIA FERREIRA ALVES<sup>2</sup>

**“Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária  
Tropical”**

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, junto à Universidade Federal de Lavras (UFLA);

<sup>2</sup> UFLA, Departamento de Agricultura, Mestrando em Agronomia/Fitotecnia. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: [jairoufla@yahoo.com.br](mailto:jairoufla@yahoo.com.br).

<sup>3</sup> UFLA, Departamento de Agricultura, Professor Associado II, bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: [mandrade@ufla.br](mailto:mandrade@ufla.br).

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Janaúba, Caixa Postal 91, CEP 39440-000, Janaúba, MG. E-mail: [neiva-vieira@uol.com.br](mailto:neiva-vieira@uol.com.br).

NITROGEN FERTILIZATION AT SOWING FOR ALTERNATIVE BEAN CULTIVARS IN THE SOUTH AND MIDLE WEST REGIONS OF MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

ABSTRACT

With the objective to evaluate the response of alternative beans cultivars to levels of nitrogen fertilization at sowing on the summer season, two field experiments were carried out in the south and midle west regions of the Minas Gerais State, Brazil. The statistical design was randomizing blocks, with three replications and a 4x5 factorial arrangement, involving four bean cultivars (Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha and Jalo) and five nitrogen doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup>) urea source. Were evaluated the final stand and the grain yield with its primary components. The grain number per pod and the weight of one hundred grains had not been influenced by the N doses. At Lavras country, where the environment was less limited, the increase of the N doses at planting reduce the final stand, but it raised the pod number per plant and the grain yield, this last until the 60 Kg ha<sup>-1</sup> de N. At Bambuí country, where it had greater pluvial precipitation, these effects had not been observed.

Key words: nitrogen, germoplasm, *Phaseolus vulgaris*.

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a resposta de cultivares alternativas de feijoeiro a diferentes doses de nitrogênio na semeadura, safra das águas, foram conduzidos dois experimentos de campo, no sul e no centro-oeste de Minas Gerais. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x5, envolvendo quatro cultivares (Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha e Jalo) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), fonte uréia, aplicadas em dose única na semeadura. Avaliaram-se o estande final e o rendimento de grãos com seus componentes primários. O número de grãos por vagem e o peso de cem grãos do feijoeiro não foram influenciados pelas doses de N. Em Lavras, onde o ambiente foi menos limitante, o aumento da dose de N no sulco de plantio reduziu o estande, mas elevou o número de vagens por planta e o rendimento de grãos, este último até à dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Em Bambuí, onde houve maior precipitação pluvial, estes efeitos não se manifestaram.

Palavras-chave: nitrogênio, germoplasma, *Phaseolus vulgaris*.

## INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), um dos mais freqüentes constituintes da dieta do povo brasileiro, principalmente da população de baixa renda, constitui importante fonte de proteínas, carboidratos, ferro e outros nutrientes. Sua cultura desempenha papel fundamental como gerador de empregos e renda para pequenos, médios e grandes produtores (Borém & Carneiro, 2006).

A cultura do feijoeiro sempre manteve lugar de destaque na agricultura nacional. Na safra 2007/2008, o Brasil produziu 3.506.900 toneladas desse grão em 3.922.900 ha, alcançando produtividade média de 894 kg ha<sup>-1</sup>. Minas Gerais destaca-se como o segundo estado maior produtor nacional de feijão, sendo responsável por, aproximadamente, 16% da produção brasileira. Na safra de 2007/2008, o estado produziu 569.200 t de feijão, em 423.900 ha, o que equivale a uma produtividade média de 1343 kg ha<sup>-1</sup> (Companhia Nacional de Abastecimento, 2008).

As cultivares mais utilizadas são as de grão do tipo comercial carioca, que têm seu preço às vezes limitado pela grande oferta do produto nos mercados consumidores. Como alternativa, produtores de feijão estão cultivando diferentes tipos comerciais de feijoeiro, como preto, manteigão, vermelho e amarelo, buscando atender a nichos comerciais específicos (Borém & Carneiro, 2006) e conseguir melhores preços para seus produtos. Dentre os manteigões, o tipo rajado se destaca pela possibilidade de aceitação no mercado internacional. Entretanto, para o efetivo uso dessas cultivares por parte dos produtores há a necessidade de se adequar os atuais sistemas de produção, pois a maioria das pesquisas e recomendações teve como alvo as cultivares mais empregadas nas diferentes regiões, ou seja, aquelas do tipo comercial carioca, geralmente com hábito de crescimento do tipo III ou II/III.

Um dos aspectos mais importantes no sistema de produção é a adubação, pois o feijoeiro é considerado planta exigente em nutrientes, devido ao curto

ciclo cultural e ao sistema radicular superficial e reduzido (Rosolem & Marubayashi, 1994). Dentre os nutrientes, o nitrogênio se destaca dos demais por apresentar maior dinamismo no sistema solo, dificultando seu manejo (Lopes, 1989). É o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, razão da sua freqüente deficiência (Oliveira et al., 1996; Rosolem, 1996; Malavota, 2006). É um dos responsáveis pelo incremento da área foliar da planta, aumentando a interceptação de luz, a taxa fotossintética e a produtividade de grãos. O uso de dose adequada de N evita aumento excessivo da área foliar, que pode propiciar auto-sombreamento, o qual diminui a eficiência fotossintética e a transpiração (Santos & Fageria, 2007). Cerca da metade do N total absorvido pelo feijoeiro é exportado pelos grãos e o restante permanece no solo, na forma de resíduos culturais. A baixa recuperação de N é responsável pelo aumento do custo de produção e também pela poluição ambiental (Santos & Fageria, 2007). A melhoria da eficiência de uso de N é desejável não só para aumentar a produtividade, mas também para reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental.

Em solos tropicais, a aplicação de N mineral pode resultar, às vezes, em baixa resposta pela cultura do feijoeiro (Piaskowski et al., 2001). Conforme Rosolem (1987), de maneira geral, têm sido obtidas respostas do feijoeiro ao N aplicado, embora a freqüência e a amplitude de resposta variem de região para região e, ainda, dentro da mesma região de acordo com o clima, as condições fitossanitárias e o manejo da cultura.

Segundo levantamento feito por Vieira (2006), 64% de um total de 80 ensaios de campo, conduzidos em cerca de 30 municípios do estado de Minas Gerais, apresentou resposta positiva à adubação com nitrogênio e, em alguns ensaios, houve resposta positiva a doses tão altas como 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. No sul de Minas Gerais, Kikuti et al.(2005) testaram diferentes doses de nitrogênio (0, 70, 140 e 210 kg.ha<sup>-1</sup>) fonte uréia, parcelando ½ na semeadura e ½ em cobertura,

no início da etapa V4 da cultivar Talismã (hábito de crescimento tipo III) em diferentes épocas de cultivo. Estes autores observaram que o incremento das doses de N resultou em menor população de plantas, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática e as doses de N indicáveis foram superiores às oficialmente recomendadas (Chagas et al., 1999) em Minas Gerais. Alves Júnior (2007), em estudo com a mesma cultivar, testou a dose ideal de N na semeadura em dose única, em um total de oito experimentos de campo em municípios do sul, oeste e noroeste do estado, e concluiu que, em ambientes favoráveis (como no inverno irrigado), o aumento da dose de N na semeadura eleva o número de vagens por planta e o rendimento de grãos até um ponto de máximo, em torno de 57 kg ha<sup>-1</sup> de N. A partir daí, há crescente redução da população de plantas pelo efeito salino do fertilizante nitrogenado, reduzindo a produtividade e limitando a possibilidade de emprego de doses elevadas de N na semeadura; em condição de chuvas excessivas (como na safra das águas), o efeito das doses crescentes de N no plantio sobre o estande final e rendimento de grãos é reduzido.

Barbosa Filho & Silva (2000), entretanto, argumentaram que cultivares com outros hábitos de crescimento, como I e II, com distintas exigências nutricionais, devem ser mais bem estudadas quanto à adubação nitrogenada, já que a cultivar Aporé (hábito II/ III) apresentou melhor eficiência no uso de nutrientes em relação à cultivar Carioca (tipo III). Recomendações específicas poderão otimizar o uso de fertilizantes nitrogenados, reduzir o custo de produção e evitar problemas de contaminação ambiental provocados pelo uso excessivo.

Kikuti et al. (2002), com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica de genótipos de feijoeiro, com e sem adubação adicional, em relação à adubação residual da batata, conduziram quatro experimentos com o feijão em sucessão à cultura da batata em diferentes safras, testando seis cultivares comerciais e 19 linhagens utilizadas no programa de melhoramento do feijoeiro da Universidade Federal de Lavras. A análise conjunta mostrou que os genótipos de

feijoeiro apresentaram comportamento diferente em relação à resposta à adubação.

Furtini et al. (2006), visando à identificação de linhagens de feijão tolerantes ao estresse de nitrogênio (N) e que também apresentem resposta positiva a esse nutriente, avaliaram 100 linhagens em presença e ausência de N em cobertura, em quatro ambientes. Utilizando a produtividade média de grãos, foi estimado o índice de eficiência de utilização de nitrogênio. Eles verificaram que, na média dos quatro ambientes, a produtividade de grãos obtida com N foi 12% acima da obtida sem N. Decompondo o efeito de níveis para cada linhagem, em 77% delas não houve resposta à adubação nitrogenada em cobertura. Assim, apenas 22 linhagens responderam positivamente à adubação nitrogenada e, entre elas, a eficiência na utilização de N variou de 11,3 a 18,3kg de grãos por kg de N aplicado.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a resposta de cultivares alternativas de feijoeiro, de diferentes hábitos de crescimento, a doses de nitrogênio em dose única na semeadura, na safra das águas do sul e centro-oeste de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos de campo na safra primavera-verão (águas) de 2006/2007, um na Universidade Federal de Lavras e outro no Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí.

A cidade de Lavras situa-se na região sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, a 918 metros de altitude. O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (Dantas et al., 2007). A temperatura média do mês mais quente é 26,1°C e do mês mais frio, 14,8°C, com média anual de 19,4°C. A precipitação média anual é de 1.529,7

mm, com cerca de 70% concentrados de novembro a março. As médias anuais de evaporação total e a umidade relativa são, respectivamente, 1.034,3 mm e 76,2% (Brasil, 1992). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico de textura argilosa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999), originalmente sob vegetação de cerrado.

O município de Bambuí situa-se na região Oeste de Minas, a 706 m de altitude, nas coordenadas 20° 02' de latitude sul e 46° 00' de longitude oeste.

Resultados de análises química e granulométrica de amostras dos solos, retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da semeadura do feijão, são apresentados na Tabela 1. As ocorrências diárias de temperatura, umidade relativa, precipitação pluvial e radiação das localidades, registradas durante o período de condução dos ensaios, podem ser vistas nas Figuras 1 e 2.

Foram utilizadas as cultivares BRS Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha e Jalo EEP 558. A cv. BRS Radiante foi desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão, apresenta grãos rajados e graúdos (44 a 45 g por 100 sementes), hábito de crescimento determinado tipo I, porte ereto e ciclo precoce; possui resistência à ferrugem, ao mosaico-comum e a algumas raças de antracnose e reação intermediária à mancha-angular (Faria et al., 2002). A cv. Jalo EEP 558 possui grãos tipo jalo, hábito III, 30-40 g por 100 sementes, ciclo médio, resistência a algumas raças de antracnose e tolerância à mancha-angular (Ramalho & Abreu, 2006). A cv. Ouro Vermelho foi desenvolvida por meio de convênio entre UFV, UFLA, Epamig e Embrapa, apresenta grãos vermelhos, 25 g por cem sementes, hábito de crescimento indeterminado tipo II/III, porte ereto, ciclo de 80 a 90 dias e resistência intermediária à mancha-angular e ferrugem (Epamig, 2008). A cv. Bolinha, material de uso generalizado entre agricultores do Sul de Minas, possui grãos amarelos e arredondados, hábito de crescimento do tipo II e foi coletada em uma propriedade da região.



O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x5, envolvendo as quatro cultivares e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas totalmente na semeadura, empregando-se a uréia como fonte. Todas as parcelas receberam idêntica adubação fosfatada e potássica, na base de 110 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se como fontes o superfosfato triplo e o cloreto de potássio. Não foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura.

O cálculo da calagem, realizado pelo método que se baseia nos teores de alumínio e de cálcio mais magnésio (Alvarez & Ribeiro, 1999), indicou necessidade da prática em Lavras, onde o calcário foi incorporado entre a aração e a primeira de duas gradagens.

A semeadura, manual, foi realizada na primeira semana de novembro de 2006. Foi adotado o espaçamento de 0,5 m entre linhas, densidade de 15 sementes por metro e profundidade de semeadura de 3 a 4 cm. Cada parcela teve 4 linhas de 5,0 m cada, num total de 10 m<sup>2</sup> e área útil de 5 m<sup>2</sup> (as duas linhas centrais).

A cultura foi permanentemente monitorada e foram realizadas medidas de controle fitossanitário de acordo com a necessidade. Para manejo das plantas daninhas foi aplicado o herbicida pós-emergente Robust<sup>®</sup> (fomesafen + fluazifop-butil), na dosagem de 1,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial.

Foi registrada a ocorrência de doenças, sendo a severidade avaliada no estágio de enchimento de vagens (R7), conforme a escala geral de Schoonhoven & Pastor-Corrales (1987), com notas de 1 a 5, sendo: 1 – plantas sem sintomas visíveis; 2 - sintomas em até 2% da área foliar ou da vagem; 3 - sintomas em 5% da área foliar ou da vagem; 4 - sintomas em 10% da área foliar ou da vagem e 5 - mais de 25% da área foliar ou da vagem com sintomas.

Por ocasião da colheita, realizada em fevereiro de 2007, foram avaliados o estande final, o rendimento de grãos e seus componentes primários (número de

vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos). O estande final foi obtido pela contagem do número de plantas na área útil, no momento da colheita, expressando-se o resultado em mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os componentes do rendimento foram determinados na área útil de cada parcela, com base em amostra aleatória de dez plantas. O rendimento de grãos foi determinado pela pesagem do total de grãos obtidos na parcela útil após a trilha de todas as plantas, inclusive a citada amostra de dez plantas, sendo o resultado expresso em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos, exceto os relativos a doenças, foram submetidos à análise de variância individual para cada local e, após comparação do quadrado médio do erro, à análise conjunta, de acordo com Banzatto & Kronka (1995). Foi utilizado o “software” de análise estatística Sisvar<sup>®</sup> (Ferreira, 2000). As médias das cultivares foram agrupadas por meio do teste de Scott & Knott (1974), enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados mediante análise de regressão, com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas (Gomes, 1990), observando-se, concomitantemente, a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta dos ensaios de Bambuí e Lavras (Tabela 2) revelou que o efeito da fonte de variação cultivares sobre as características avaliadas foi diferenciado em cada local. Da mesma forma, o comportamento do estande final, o rendimento de grãos, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem em relação às doses de N também variaram com o local. A interação tripla foi significativa apenas em relação ao peso de cem grãos. De acordo com Oliveira (2007), foi boa a precisão experimental avaliada pelos

valores do coeficiente de variação (CV%), exceto no caso do número de vagens por planta, cujo CV se mostrou elevado.

O estande final médio nas duas localidades foi de 233 mil plantas ha<sup>-1</sup>, pouco inferior à recomendação geral de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Araújo & Ferreira, 2006). Em Bambuí a população final da cv. Jalo superou as demais, enquanto, em Lavras, as populações das cultivares Ouro Vermelho e Radiante foram maiores, mas as diferenças foram de pequena magnitude. O desdobramento do efeito das doses de N nas duas localidades (Tabela 2) revelou que, em Bambuí, o nutriente não influenciou o estande final do feijoeiro, mas, em Lavras, a população final decresceu linearmente com o aumento da dose de N (Figura 3). Este efeito negativo da adubação nitrogenada na semeadura já foi observado por diversos autores e tem sido atribuído ao crescente efeito salino sobre a semente, causado pelo aumento da dose do fertilizante nitrogenado (Kikuti et al., 2005; Alves Júnior, 2007). No presente estudo, a precipitação pluvial logo após a semeadura parece ter sido decisiva na definição dos efeitos verificados, pois superou os 70 mm em Bambuí (Figura 2), onde o efeito salino não se manifestou, enquanto em Lavras ela foi da ordem de apenas 25 mm (Figura 1), insuficiente para amenizar o dano sobre germinação e emergência do feijoeiro.

Em Lavras, as cultivares de feijoeiro apresentaram 5,8 a 6,7 vagens por planta e não diferiram quanto a esta característica. Mas, em Bambuí, o número de vagens por planta apresentou maior amplitude, com a cv. Radiante superando as demais, com 8,6 vagens por planta (Tabela 3). Em geral, este componente do rendimento é o que mais se correlaciona com o rendimento de grãos (Alves, 2008) e este fato parece ter se confirmado em Bambuí, onde a cv. Radiante foi uma das cultivares mais produtivas. O desdobramento da interação doses de N x locais não revelou efeito significativo em Bambuí, mas, em Lavras, as doses crescentes de N no plantio elevaram o número de vagens por planta, de acordo com um modelo raiz quadrada (Figura 4), com ponto de máximo alcançado com

a dose de 63,64 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura. Ainda de acordo com este modelo, os maiores acréscimos no número de vagens ocorreram em doses de N inferiores a 30 kg ha<sup>-1</sup>; acima deste valor, os acréscimos foram de menor magnitude e decresceram lentamente após o ponto de máximo.

Com o incremento das doses e a conseqüente maior disponibilidade do nutriente, é possível que em Lavras tenha havido redução da competição entre os feijoeiros, permitindo maior vingamento de flores e vagens (Rosolem, 1996). Esta possibilidade é corroborada pelo fato de que, nesta localidade, o estande decresceu com o aumento da dose de N. Em Bambuí, como já mencionado, a maior precipitação nas etapas de germinação e emergência pode ter causado maior perda do N que, por sua vez, não afetou o estande e nem o vingamento floral.

O comportamento das cultivares quanto ao número de grãos por vagem também diferiu nas duas localidades. Em Bambuí, esta variável apresentou pequena amplitude, variando de 3,0 a 3,4 grãos por vagem, e não houve diferenças significativas entre as cultivares. Em Lavras, entretanto, a cv. Ouro Vermelho se destacou, apresentando o maior valor (4,5 grãos por vagem), enquanto a cv. Radiante teve a menor vagem da localidade, em média com 2,6 grãos (Tabela 3). Apesar da significância da interação N x L, o seu desdobramento não revelou efeito significativo das doses de N em nenhuma das localidades (Tabela 2). O número de grãos por vagem tem realmente se mostrado como uma característica tipicamente varietal e como o componente do rendimento menos influenciado por fatores ambientais (Rosolem, 1996; Souza et al., 2008).

Os valores médios do peso de cem grãos das quatro cultivares, em Bambuí e em Lavras, podem ser observados na Tabela 3. Em Bambuí, o maior grão foi apresentado pela cv. Radiante (31,89 g por cem grãos), seguida das cultivares Jalo (29,78g) e Bolinha (24,07 g) e, finalmente, pela cv. Ouro

Vermelho (15,41 g). Em Lavras, destacaram-se as cultivares Jalo e Radiante, com cerca de 30 g por cem grãos, seguidos pelas cultivares Bolinha e, finalmente, Ouro Vermelho.

De modo geral, nas duas localidades, o peso médio do grão situou-se abaixo do descrito para todas as quatro cultivares, o que permite deduzir que um ou mais fatores atuaram desfavoravelmente nesta safra, provavelmente reduzindo o período de enchimento do grão. De acordo com Andrade et al. (2006), na safra das águas, prevalecem tanto fatores abióticos (altas temperaturas e chuvas em excesso), como fatores bióticos (doenças, pragas e plantas daninhas). A cv. Radiante, de ciclo mais curto e hábito de crescimento do tipo I, foi a que teve o tamanho do grão mais reduzido, pois, normalmente, ele atinge mais de 45 g por cem grãos (Ramalho & Abreu, 2006). O estudo da significância da interação tripla detectada para esta característica foi feito por meio da análise do efeito das doses de N dentro de cada cultivar, por localidade. Em Lavras, não se verificaram quaisquer efeitos. Em Bambuí, as cultivares Radiante e Jalo, de maior peso de grão, foram influenciadas pelas doses de N segundo um modelo cúbico (Figura 5) que, entretanto, apresentou pequeno ajuste e baixa coerência.

O rendimento médio de grãos nas duas localidades foi de 684 kg ha<sup>-1</sup>. Este rendimento foi aquém do esperado com a tecnologia empregada, que foi próxima à do nível tecnológico NT<sub>3</sub> da 5<sup>a</sup> aproximação das “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (Chagas et al., 1999) e que prevê produtividade da ordem de 1.800 a 2.500 kg ha<sup>-1</sup>. Por se tratar de semeadura das águas, certamente as condições climáticas exerceram forte influência, pressionando a produtividade para baixo. Essa influência do clima é frequente na região sul de Minas Gerais e pode, inclusive, resultar em perda total da safra (Andrade et al., 2006). Os dados de precipitação pluvial e temperatura de ambos os locais no período (Figuras 1 e 2) podem comprovar esta hipótese.

Com relação ao rendimento de grãos, houve significância das interações cultivares x doses de N, cultivares x locais e locais x doses de N. Analisando o desdobramento da primeira interação, observa-se que o rendimento de grãos da cultivar Jalo respondeu de forma linear ao aumento da dose de N aplicada, tendo a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionado o maior rendimento de de grãos, cerca de 1.000 kg ha<sup>-1</sup>. As demais cultivares não responderam ao aumento das doses de nitrogênio (Figura 6). A cultivar Radiante produziu, na média das duas localidades, 818 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos, seguida pelas cultivares Jalo e Bolinha, com 803 e 610 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). Estes resultados corroboram os de Barbosa Filho & Silva (2000) que obtiveram a máxima resposta em produtividade, utilizando 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, não sendo esta afetada pelo parcelamento da adubação.

O desdobramento da interação cultivares x locais permitiu verificar que, em Bambuí, as cultivares Radiante e Jalo apresentaram maiores rendimentos (943 e 921 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), seguidas pelas cultivares Bolinha (598 kg ha<sup>-1</sup>) e Ouro Vermelho (262 kg ha<sup>-1</sup>), a de menor rendimento. Em Lavras, não houve diferença significativa de rendimento de grãos entre as cultivares (Tabelas 2 e 3).

Considerando-se o desdobramento da terceira interação (locais x doses de N), verificou-se que, em Lavras, as cultivares responderam de forma quadrática às doses de N, com ponto de máximo rendimento (cerca de 759 kg ha<sup>-1</sup>) obtido com a dose de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N na semeadura. No experimento de Bambuí, não foi detectado efeito das doses de nitrogênio sobre o rendimento do feijoeiro (Figura 7), o que pode ser creditado à maior lixiviação do nitrogênio, decorrente da maior precipitação pluvial (Andrade et al., 2006) ou mesmo à maior adição natural de N por meio de descargas elétricas e chuvas nesta localidade (Tavares & Santiago, 2002).

Com relação às enfermidades, em Bambuí, houve ocorrência de mancha-angular nas folhas. A doença é causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) e maior incidência ocorreu nas cultivares Radiante (susceptível) e Ouro Vermelho (reação intermediária), com notas variando de 3,0 a 4,0 e de 2,8 a 3,0, respectivamente (Tabela 4). Estes resultados são coincidentes com os citados por Faria et al. (2002) e Abreu & Ramalho (2005). As demais cultivares apresentaram menor incidência da doença, resultado também coerente com o de Ramalho & Abreu (2006), em relação à cultivar Jalo, indicada como tolerante por aqueles autores.

#### CONCLUSÕES:

1. As condições desfavoráveis prevalecentes na safra das águas interferem nos efeitos da adubação nitrogenada em dose única na semeadura do feijoeiro.
2. Em ambiente menos limitante ao feijoeiro, o aumento da dose de N no sulco de semeadura reduz o estande, mas eleva o número de vagens por planta e o rendimento de grãos do feijoeiro, este último até doses de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura.
3. As cultivares Radiante, Jalo, Ouro Vermelho e Bolinha têm potencial para a diversificação de cultivares de feijoeiro nas regiões sul e centro-oeste de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, C. Adubação Mineral e Calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JR, T.J. de BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2.ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.115-142.

ALVAREZ, V.V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 43-60.

ALVES, A.F. **Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro em Minas Gerais**. 2008. 50 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ALVES JÚNIOR, J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã em plantio direto e convencional**. 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Exigências edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T.J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-86.

ARAÚJO, G.A.A.; FERREIRA, A.C.B. Manejo do solo e pantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2.ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.13-18.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. da. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1317-1324, jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicos: Minas Gerais**, Espírito Santo, Rio de Janeiro. Brasília: MARA, 1992. 84p.



BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A Cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.13-18.

CHAGAS, J.M.; RIBEIRO, A.C . **Feijão**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 306-307.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 17 jun. 2008.

DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez., 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. “Ouro Vermelho”. Produtos e Serviços/Semente de Feijão, EPAMIG. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=201&Itemid=135](http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=201&Itemid=135)>. Acesso em: 23 set. 2008.

FARIA, L.C. de.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.DA; RAVA, C.A.; CARNEIRO, G.E.S.; SOARES, D.M.; DIAZ, J.L.C. BRS Radiante: nova cultivar precoce de feijoeiro comum com tipo de grão rajado. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, dez. 2002. (Comunicado Técnico, 45).

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e Resumo...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

FURTINI, I.V.; RAMALHO M.A.P.; ABREU, A.F.B.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1696-1700, nov./dez., 2006.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990. 460p.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R. Nitrogênio e fósforo em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade cultivada BRS MG Talismã. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.415-422, July/Sept. 2005.

KIKUTI H.; ANDRADE M.J.B.; RAMALHO M.A.P.; ABREU A.F.B. Viabilidade econômica da adubação adicional de genótipos de feijoeiro em relação ao resíduo de adubação da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p. 455-462, abr., 2002.

LOPES, A.S. **Manual de Fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFÓS, 1989. 153p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

OLIVEIRA, R. L. **Avaliação da precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão**. 2007. 20 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, I.P.; ARAUJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 169-222.

PIASKOWSKI, S.R.; RONZELLI JÚNIOR, P.; DAROS, E.; KOEHLER, H.S. Adubação nitrogenada em cobertura para o feijoeiro em plantio direto na palha. **Scientia Agricola**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 67-72, 2001.

- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2. ed. atual.ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 415-436.
- ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987. 93p.
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.353-390.
- ROSOLEM, C.; MARUBAYASHI, O.M. Seja doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.68, p.1-18, dez. 1994. (Encarte).
- SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1237-1248, Set. 2007.
- SCHOONHOVEN, A. van; PASTOR-CORRALES, M.A. **Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijól** (Comp.). Calli: CIAT, 1987. 56p.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.
- SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.A.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.1, p.39-43, mar. 2008.
- TAVARES, M.; SANTIAGO, M.A.M. Eletricidade atmosférica e fenômenos correlatos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.4, p.408-414, dez. 2002.

TABELA 1. Resultados de análises química e granulométrica de amostras dos solos empregados (camada de 0–20 cm de profundidade). Águas 2006/2007.

Características	Lavras <sup>1</sup>	Bambu <sup>2</sup>
pH (em H <sub>2</sub> O)	5,3	6,20
P (mg dm <sup>-3</sup> )	8,9	88,80
P rem (mg L <sup>-1</sup> )	11,5	18,50
K (mg dm <sup>-3</sup> )	62,0	225,00
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,6	7,06
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,4	1,27
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,3	0,00
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,0	2,74
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,2	8,91
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,5	8,91
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,2	11,65
m (%)	12,0	0,00
V (%)	30,2	76,48
M. O. (dag kg <sup>-1</sup> )	3,4	3,08
S (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	31,7	24,83
Classificação <sup>3</sup>	LVE	LVE

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos, Departamento Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

<sup>2</sup> Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos, Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí.

<sup>3</sup> LVE = Latossolo Vermelho Escuro (Embrapa, 1999).

TABELA 2. Resumo (quadrados médios) da análise de variância conjunta (Lavras e Bambuí) dos dados relativos a estande final, vagens por planta, grãos por vagem, peso de 100 grãos e rendimento de grãos. Águas 2006/2007.

FV	GL	Estande Final	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos	Rendimento de grãos
Bloco (Local)	4	2125,63ns	2,08ns	0,61*	10,36ns	81420,87*
Cultivar (C)	3	825,87ns	20,07**	4,83**	1345,71**	686464,88**
Dose N (N)	4	6431,25**	3,77ns	0,17ns	8,53ns	59627,47ns
Local (L)	1	4813,33*	3,40ns	0,94*	9,72ns	1665,08ns
C x N	12	1463,56ns	2,79ns	0,25ns	22,48*	72075,86**
C x L	3	9663,56**	12,94*	5,39**	45,37**	902387,36**
N x L	4	3215,25**	9,98*	0,62*	8,39ns	102140,53**
C x N x L	12	1239,69ns	2,52ns	0,15ns	20,60*	32735,29ns
Erro	76	872,44	3,42	0,22	10,90	26422,55
CV (%)		12,66	28,86	14,48	12,91	23,74

\*\* , \* e ns: respectivamente, significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo pelo teste F.

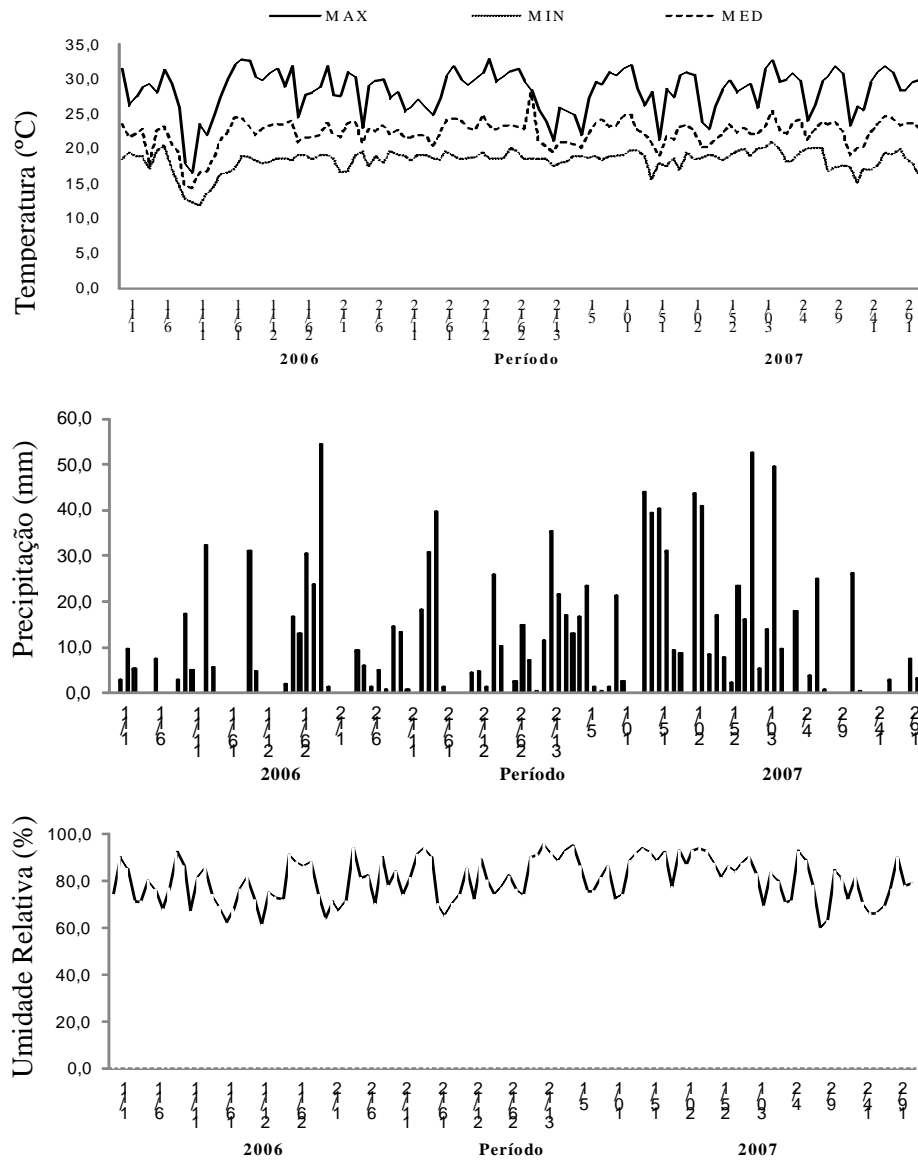


FIGURA 1. Variações diárias da temperatura (máxima, média e mínima), precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar no período de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Lavras, MG, situada no “campus” da UFLA, em convênio com o Instituto nacional de Meteorologia (INMET).

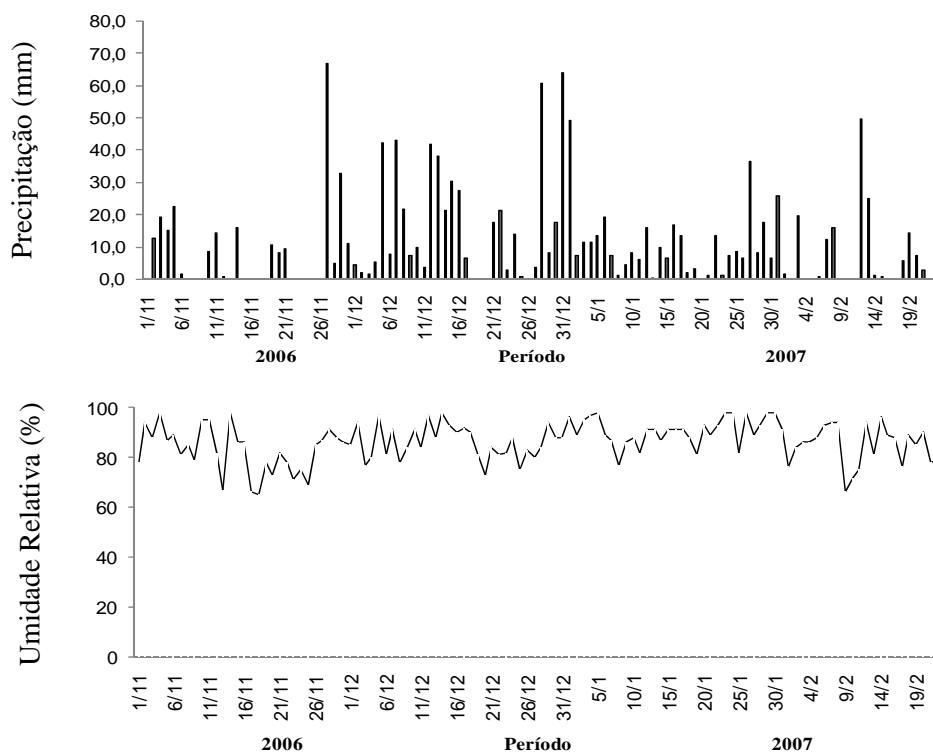


FIGURA 2. Variações diárias da temperatura (máxima, média e mínima), precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar no período de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Bambuí, MG, situada no “campus” do CEFET, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

TABELA 3. Valores médios do estande final (mil plantas ha<sup>-1</sup>), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos (g) e rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro em função de cultivares e doses de N, em duas localidades de Minas Gerais. Águas 2006/07.

	Estande final	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem Grãos	Rendimento de grãos
Bambuí	227	6,6	3,1	25,47	681
Ouro Vermelho	209 b	5,2 b	3,1 a	15,41 c	262 c
Jalo EEP 558	258 a	6,3 b	3,4 a	29,78 b	921 a
Bolinha	227 b	6,3 b	3,1 a	24,07 b	598 b
Radiante	214 b	8,6 a	3,0 a	31,89 a	943 a
0 kg ha <sup>-1</sup>	203	7,2	3,3	24,88	634
30 kg ha <sup>-1</sup>	210	6,3	2,8	26,84	673
60 kg ha <sup>-1</sup>	216	6,1	3,1	24,04	606
90 kg ha <sup>-1</sup>	215	6,1	3,2	25,82	693
120 kg ha <sup>-1</sup>	191	7,1	3,2	24,87	798
Lavras	240	6,3	3,3	25,85	688
Ouro Vermelho	251 a	6,5 a	4,5 a	17,03 c	753 a
Jalo EEP 558	223 b	5,8 a	3,0 b	31,20 a	685 a
Bolinha	231 b	6,0 a	3,1 b	26,37 b	623 a
Radiante	254 a	6,7 a	2,6 c	28,81 a	692 a
0 kg ha <sup>-1</sup>	252	5,0	3,0	25,32	568
30 kg ha <sup>-1</sup>	236	6,1	3,3	26,32	699
60kg ha <sup>-1</sup>	220	6,7	3,5	26,42	759
90 kg ha <sup>-1</sup>	204	6,8	3,3	25,38	749
120 kg ha <sup>-1</sup>	187	6,4	3,4	25,82	669

Nas colunas, dentro de cada fator e local, médias seguidas por diferentes letras pertencem a diferentes grupos, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.



TABELA 4. Valores médios atribuídos à infecção por mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*) nas folhas do feijoeiro em Bambuí, MG, em função de cultivares e doses de N no plantio. Águas 2006/07.

	Doses de nitrogênio (kg/ha)				
	0	30	60	90	120
Bolinha	2,1	2,0	2,0	2,1	2,0
Jalo EPP 558	2,1	2,0	2,3	2,2	2,2
Radiante	3,0	3,7	3,7	3,9	4,0
Ouro Vermelho	3,0	3,0	3,1	3,0	2,8

Avaliação da severidade de doenças, baseada na escala geral de van Schoonhoven & Pastor Corrales (1987). (\*\*) Escala de notas de 1 a 5, em que: 1- plantas sem sintomas visíveis; 2 - sintomas em até 2% da área foliar ou da vagem; 3 - sintomas em 5% da área foliar ou da vagem; 4 - sintomas entre 10% da área foliar ou da vagem e 5 - mais de 25% da área foliar ou da vagem com sintoma.

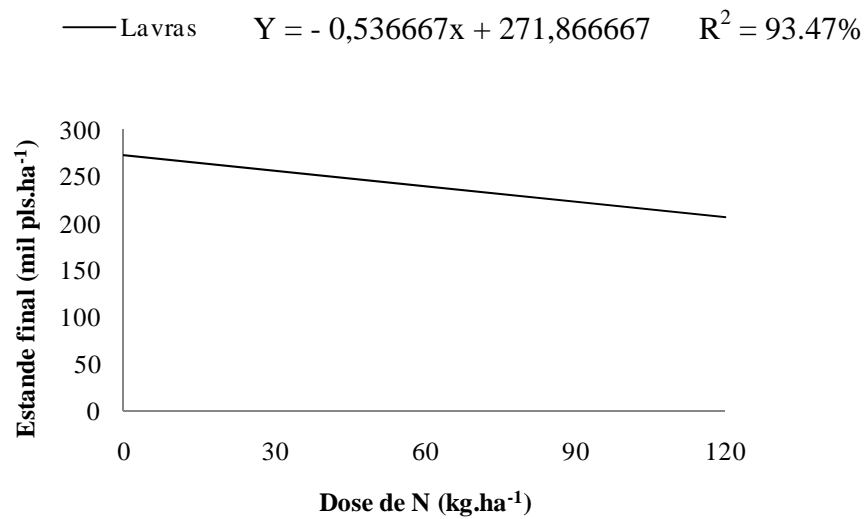


FIGURA 3. Estande final do feijoeiro em função das doses de N no plantio em Lavras, MG, águas 2006/07 (médias de quatro cultivares).

— Lavras  $Y = 4,7563 + 0,4930\sqrt{x} - 0,0309x R^2 = 84,35\%$

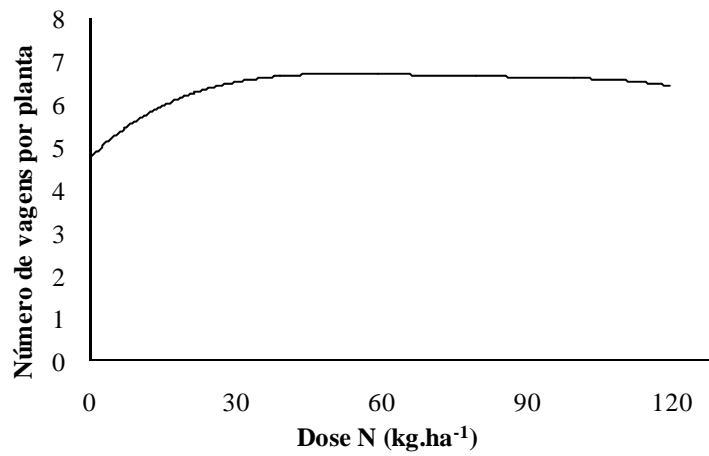


FIGURA 4. Número de vagens por planta do feijoeiro em função das doses de N no plantio em Lavras, MG, águas 2006/07 (médias de quatro cultivares).

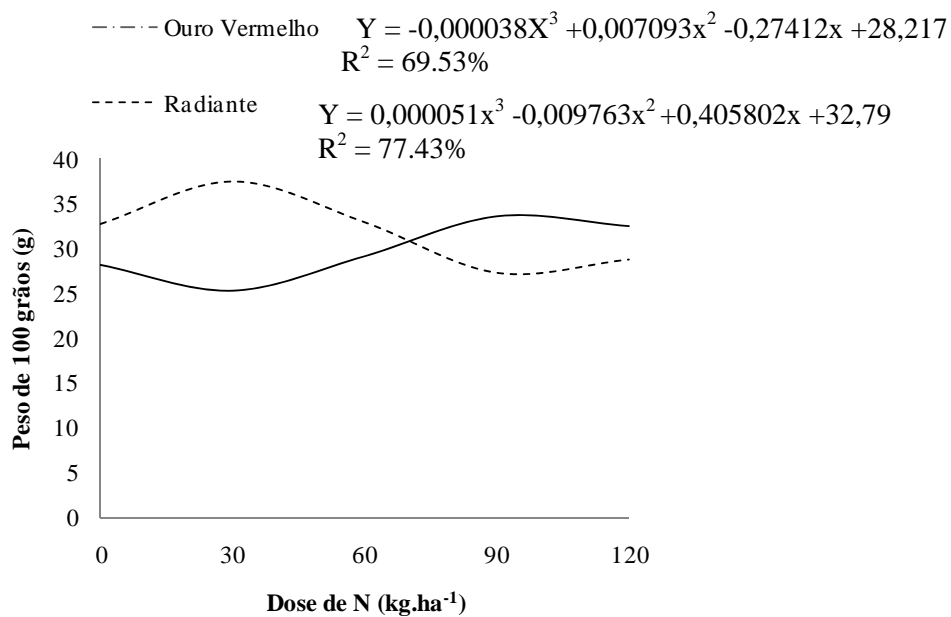


FIGURA 5. Peso de 100 grãos de duas cultivares de feijoeiro em função de doses de N na semeadura em Bambuí, MG, águas 2006/07.

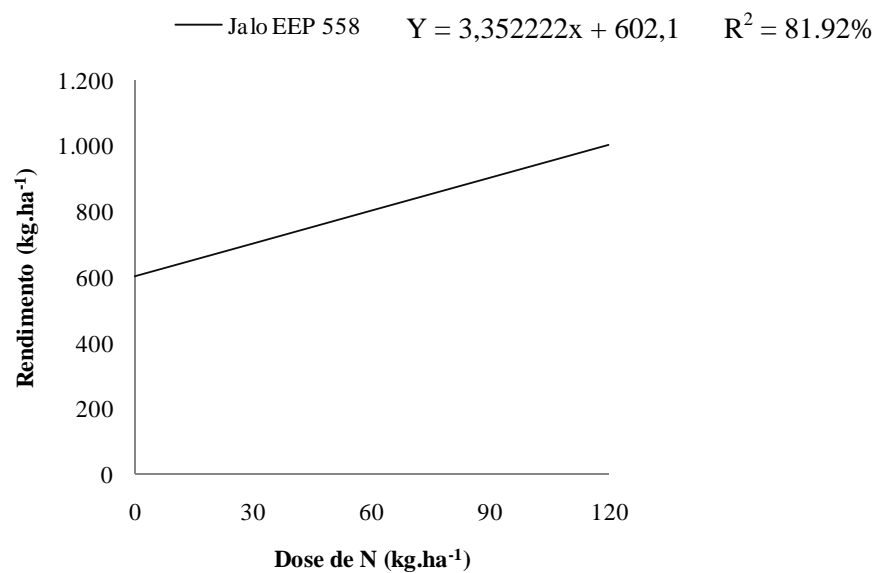


FIGURA 6. Rendimento de grãos da cv. Jalo EEP 558 em função das doses de N na semeadura, águas 2006/07 (médias de duas localidades).

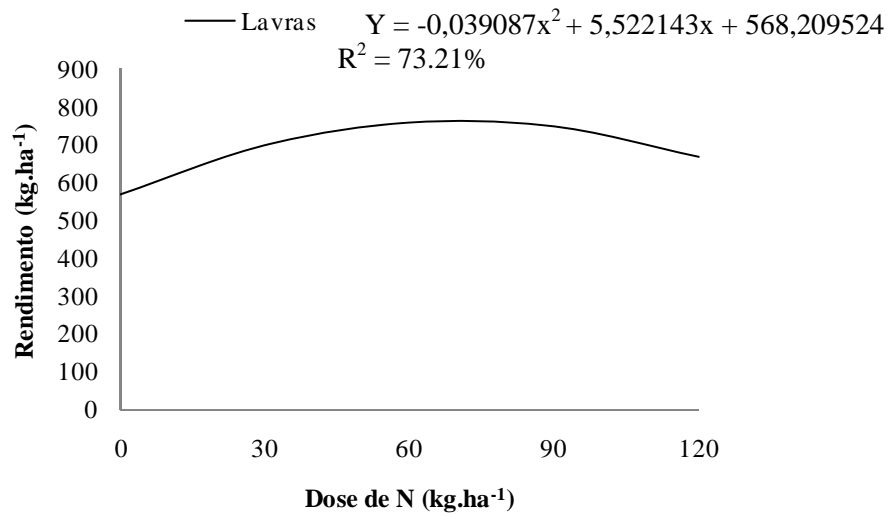


FIGURA 7. Rendimento do feijoeiro em função das doses de N na semeadura em Lavras, MG, safra primavera-verão 2006/07 (médias de quatro cultivares).

## ARTIGO II

### Adubação nitrogenada de cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais

### Nitrogen fertilization for alternative bean irrigate cultivars in the north region of Minas Gerais State, Brazil

### Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro

Jairo Boaventura de Oliveira Júnior<sup>1\*</sup>, Messias José Bastos de Andrade<sup>2</sup>, João Roberto de Mello Rodrigues<sup>3</sup>, Neiva Maria Batista Vieira<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Professor Associado, bolsista do CNPq. <sup>3</sup>CTSM/EPAMIG, Jaíba-MG. <sup>4</sup>Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Janaúba, Janaúba-MG. \*Autor para correspondência: E-mail: [jairoufla@yahoo.com.br](mailto:jairoufla@yahoo.com.br)

### “Preparado de acordo com as normas da Revista Acta Scientiarum”

**RESUMO.** Com o objetivo de avaliar a resposta de cultivares alternativas de feijoeiro a diferentes doses de adubação nitrogenada na safra irrigada do inverno, foram conduzidos dois experimentos de campo, na região norte de Minas Gerais. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x5, envolvendo quatro cultivares (Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha e Jalo) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) fonte uréia. Avaliaram-se o estande final e o rendimento de grãos com seus componentes primários. Verificou-se que o aumento da dose de N no sulco de plantio eleva o número de vagens por planta, mas reduz a população de feijoeiros, não influenciando o rendimento de grãos. A cultivar Radiante supera, em rendimento, as demais cultivares, mas as quatro constituem boas opções para diversificação da produção de feijão irrigado na região norte de Minas Gerais.

**Palavras-chave:** nitrogênio, cultivares, *Phaseolus vulgaris*.

**ABSTRACT.** With the objective to evaluate the response of alternative beans cultivars to levels of nitrogen fertilization on the winter season, two field experiments were carried out in the north region of the Minas Gerais State, Brazil. The statistical design was randomizing blocks, with three replications and a 4x5 factorial arrangement, involving four bean cultivars (Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha and Jalo) and five nitrogen doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup>) urea source. Were evaluated the final stand and the grain yield with its primary components. It was verified that the increase of the N doses raises the pod number per plant, but reduces the bean plant population, not influencing the grains yield. The Radiante cultivar surpasses, in grain yield terms, the other cultivars, but all the four constitute good options for beans production diversification in the north region of Minas Gerais State, Brazil.

**Key words:** nitrogen, germoplasm, *Phaseolus vulgaris*.

## INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) representa um dos componentes básicos da dieta alimentar dos brasileiros. É uma fonte de proteína importante, principalmente para as classes carentes da população, mas permanece ainda compondo parte da dieta de famílias de maior poder aquisitivo (Paula Júnior et al., 2008).

A cultura do feijoeiro sempre manteve lugar de destaque na agricultura nacional e mineira. Em 2007, o Brasil produziu cerca de 3.277.000 t desse grão em 3.418.000 ha, alcançando produtividade média de 852 kg ha<sup>-1</sup>. Neste ano, Minas Gerais foi responsável por 14,7% da produção total nacional e 27,11% da produção no inverno irrigado, safra em que a produtividade média alcançou 2161 kg ha<sup>-1</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2008).

As cultivares mais utilizadas são as de grão do tipo comercial carioca, que têm seu preço, às vezes, limitado pela grande oferta do produto nos mercados consumidores. Como alternativa, produtores de feijão estão cultivando diferentes tipos comerciais de feijoeiro, como preto, manteigão, vermelho e



amarelo, buscando atender nichos comerciais específicos (Borém & Carneiro, 2006) e conseguir melhores preços para seus produtos. Dentre os manteigões, o tipo rajado se destaca pela possibilidade de aceitação no mercado internacional. Entretanto, para o efetivo uso dessas cultivares por parte dos produtores, há a necessidade de se adequar os atuais sistemas de produção, pois a maioria das pesquisas e recomendações teve como alvo as cultivares mais empregadas nas diferentes regiões, ou seja, cultivares do tipo comercial carioca, geralmente com hábito de crescimento do tipo III ou II/III.

Um dos aspectos mais importantes no sistema de produção é a adubação, pois o feijoeiro é uma planta bastante exigente em nutrientes e, em razão do ciclo curto, necessita da pronta disponibilidade dos nutrientes nos momentos de demanda (Silva & Silveira, 2000). Dentre os nutrientes, o nitrogênio se destaca dos demais por apresentar maior dinamismo no sistema solo, dificultando seu manejo (Lopes, 1989) e por ser absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, razão da sua freqüente deficiência (Oliveira et al., 1996; Rosolem, 1996; Malavolta, 2006). É um dos responsáveis pelo incremento da área foliar da planta, aumentando a interceptação de luz, a taxa fotossintética e a produtividade de grãos (Fageria & Baligar, 2005). O uso de dose adequada de N evita aumento excessivo da área foliar, que pode propiciar auto-sombreamento, o qual diminui a eficiência fotossintética e a transpiração (Santos & Fageria, 2007). Cerca da metade do N total absorvido pelo feijoeiro é exportado pelos grãos e o restante permanece no solo, na forma de resíduos culturais. A baixa recuperação de N é responsável pelo aumento do custo de produção e também pela poluição ambiental (Fageria & Baligar, 2005). A melhoria da eficiência de uso de N é desejável não só para aumentar a produtividade, mas também para reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental (Santos & Fageria, 2007).

Em solos tropicais, a aplicação de N mineral pode resultar, às vezes, em baixa resposta pela cultura do feijoeiro (Piaskowski et al., 2001). Conforme

Rosolem (1987), de maneira geral, têm sido obtidas respostas do feijoeiro ao N aplicado, embora a frequência e a amplitude de resposta variem de região para região e, ainda, dentro da mesma região, de acordo com o clima, condições fitossanitárias e manejo da cultura.

Segundo levantamento feito por Vieira (2006), 64% de um total de 80 ensaios de campo, conduzidos em cerca de 30 municípios do estado de Minas Gerais, obtiveram resposta positiva à adubação com nitrogênio e, em alguns ensaios, houve resposta positiva a doses tão altas como  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. No Sul de Minas Gerais, Kikuti et al. (2005) testaram doses de nitrogênio (0, 70, 140 e  $210 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), fonte uréia, parcelando  $\frac{1}{2}$  na semeadura e  $\frac{1}{2}$  em cobertura, no início da etapa V4 da cultivar Talismã (hábito de crescimento tipo III) em diferentes épocas de cultivo. Os autores observaram que o incremento das doses de N resultou em menor população de plantas, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática e as doses de N indicáveis foram superiores às oficialmente recomendadas (Chagas et al., 1999) em Minas Gerais.

Barbosa Filho & Silva (2000), entretanto, argumentaram que cultivares com outros hábitos de crescimento, como I e II, com distintas exigências nutricionais, devem ser mais bem estudadas quanto à adubação nitrogenada, já que a cultivar Aporé (hábito II/ III) apresentou melhor eficiência no uso de nutrientes em relação à cultivar Carioca (tipo III). Recomendações específicas poderão otimizar o uso de fertilizantes nitrogenados, reduzir o custo de produção e evitar problemas de contaminação ambiental provocados pelo uso excessivo.

Kikuti et al. (2002), com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica de genótipos de feijoeiro, com e sem adubação adicional, em relação à adubação residual da batata, conduziram quatro experimentos com o feijão em sucessão à cultura da batata em diferentes safras. Estes autores testaram 6 cultivares comerciais e 19 linhagens utilizadas no programa de melhoramento do feijoeiro da Universidade Federal de Lavras. A análise conjunta mostrou que os genótipos

de feijoeiro apresentaram comportamento diferente em relação à resposta à adubação.

Furtini et al. (2006), visando à identificação de linhagens de feijão tolerantes ao estresse de nitrogênio (N) e que também apresentem resposta positiva a esse nutriente, avaliaram 100 linhagens em presença e em ausência de N em cobertura, em quatro ambientes. Utilizando a produtividade média de grãos, foi estimado o índice de eficiência de utilização de nitrogênio. Eles verificaram que, na média dos quatro ambientes, a produtividade de grãos obtida com N foi 12% acima da obtida sem N. Decompondo o efeito de níveis para cada linhagem, em 77% delas não houve resposta à adubação nitrogenada em cobertura. Assim, apenas 22 linhagens responderam positivamente à adubação nitrogenada e, entre elas, a eficiência na utilização de N variou de 11,3 a 18,3kg de grãos por kg de N aplicado.

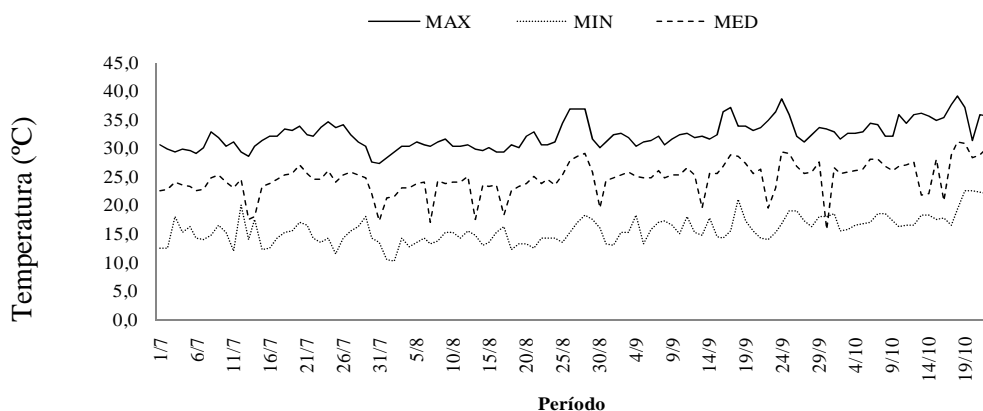
O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta de cultivares alternativas de feijoeiro, de diferentes hábitos de crescimento, a doses de nitrogênio, na safra irrigada do inverno na região norte de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos de campo na safra irrigada de inverno-primavera 2007, nas estações experimentais de Jaíba e Mociminho, pertencentes à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). Jaíba está situada na região Norte de Minas, a 500 m de altitude, nas coordenadas 15°23'S de latitude e 43°46'W de longitude. As condições climáticas da região estão representadas por temperaturas médias que variam de 21° a 25°C, com temperatura média mínima que oscila de 14° a 19°C e máxima de 26° a 31°C e a umidade relativa média varia de 60% a 70%. A precipitação média anual é de cerca de 900 mm, de acordo com dados obtidos no posto meteorológico de Jaíba. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho

Amarelo. Mocambinho, distrito de Jaíba, situa-se a 436 m de altitude, nas coordenadas 15°03'S de latitude e 44°56'W de longitude. A temperatura média anual é de 24,2°C, com médias das mínimas de 14,8°C e médias das máximas de 34,0°C. A umidade relativa do ar varia entre 58% e 79%. A precipitação média anual está em torno de 750 mm (Companhia de Desenvolvimento do Vale de São Francisco, 2008). Segundo a classificação bioclimática de Gaussene Bagnouls, o clima de ambas as localidades pertence ao tipo 4 bTh (Antunes, 1994).

Os resultados da análise química e granulométrica de amostras de material dos solos, coletadas à profundidade de 0 a 20 cm, antes da semeadura do feijão, são apresentados na Tabela 1. As variações diárias das condições climáticas de Mocambinho (temperatura média, insolação e umidade relativa do ar) foram registradas durante o período de condução dos ensaios e são apresentadas na Figura 1. Na estação Experimental de Jaíba, o posto meteorológico está desativado e não foi possível obter as variações diárias, mas não houve ocorrência de chuvas no período experimental.



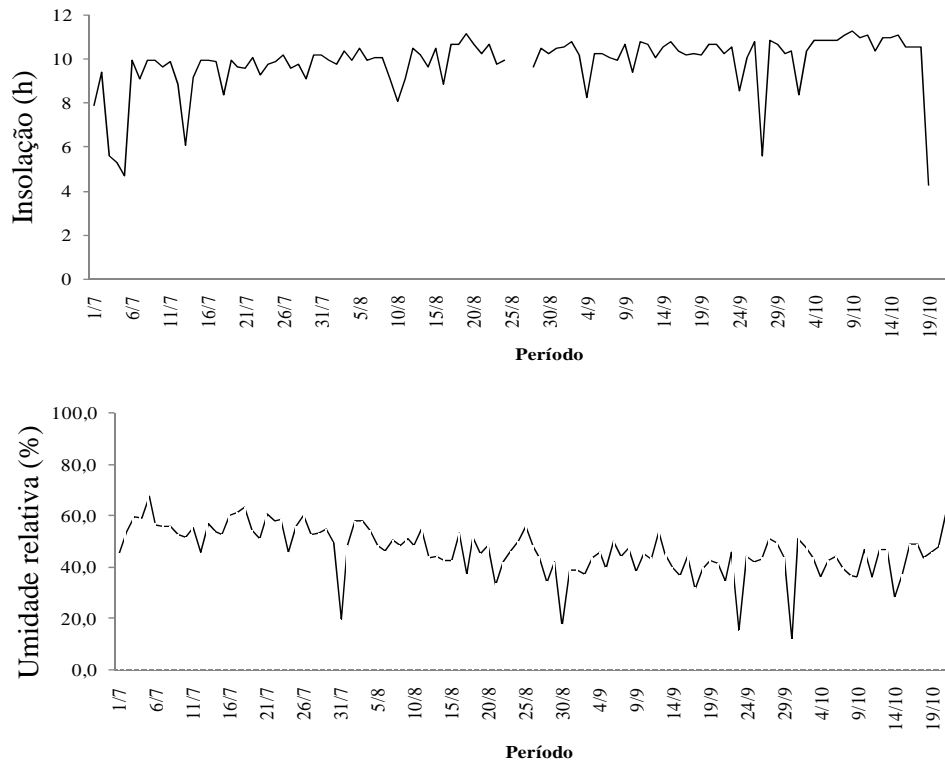


FIGURA 1. Variação diária das médias de temperatura (máxima, média e mínima), insolação e umidade relativa do ar no período de julho de 2007 a outubro de 2007. Fonte: Estação Climatológica da Epamig/Mocambinho.

Foram utilizadas as cultivares BRS Radiante, Ouro Vermelho, Bolinha e Jalo EEP 558. A cv. BRS Radiante foi desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão, apresenta grãos rajados e graúdos (44 a 45 g por 100 sementes), hábito de crescimento determinado tipo I, porte ereto e ciclo precoce; possui resistência à ferrugem, ao mosaico-comum e a algumas raças de antracnose e reação intermediária à mancha-angular (Faria et al., 2002). A cv. Jalo EEP 558 possui grãos tipo jalo, hábito III, 30-40 g por 100 sementes, ciclo médio, resistência a algumas raças de antracnose e tolerância à mancha-angular (Ramalho & Abreu, 2006). A cv. Ouro Vermelho foi desenvolvida por meio de convênio entre UFV, UFLA, Epamig e Embrapa, apresenta grãos vermelhos, 25 g por cem sementes, hábito de crescimento indeterminado tipo II/III, porte ereto, ciclo de 80 a 90 dias e resistência intermediária à mancha-angular e ferrugem (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2008). A cv. Bolinha, material de uso generalizado entre agricultores do Sul de Minas, possui grãos amarelos e arredondados, hábito de crescimento do tipo II e foi coletada em uma propriedade da região.

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x5, envolvendo as quatro cultivares e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) aplicadas metade no plantio e a outra metade aos 25 dias após a emergência (DAE), entre os estádios V3 e V4 do ciclo cultural (Fernandez et al., 1985), empregando-se a uréia como fonte. Todas as parcelas receberam idêntica adubação fosfatada e potássica, na base de 110 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se como fontes o superfosfato triplo e o cloreto de potássio.

O cálculo da necessidade de calagem foi realizado pelo método que se baseia nos teores de alumínio e de cálcio mais magnésio (Alvarez & Ribeiro, 1999). Para os solos empregados, não houve necessidade de calagem (Tabela 1).

TABELA 1. Resultados das análises química<sup>(1)</sup> de amostras dos solos utilizados (0 – 20 cm de profundidade). Jaíba e Mocambinho, MG, 2007.

Características	Jaíba	Mocambinho
pH (em H <sub>2</sub> O)	7,10	6,40
P (mg dm <sup>-3</sup> )	4,20	9,00
P rem (mg L <sup>-1</sup> )	26,50	41,90
K (mg dm <sup>-3</sup> )	152,00	132,00
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	13,90	2,50
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,60	0,50
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00	0,10
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,10	0,70
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	16,00	3,40
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	16,00	3,50
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	17,10	4,10
m (%)	0,00	3,00
V (%)	93,00	83,00
M. O. (dag kg <sup>-1</sup> )	1,80	0,50
Zn (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,20	7,50
Fe (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	15,00	9,70
Mn (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	128,40	43,10
Cu (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,00	0,50
B (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,70	0,50
CE (dS/m)	0,60	0,80
Classificação <sup>(2)</sup>	LVA	NQA

<sup>(1)</sup> Análises químicas realizadas no Laboratório de Análise de Solos, Epamig, CTNM.

<sup>(2)</sup> LVA = Latossolo Vermelho Escuro e NQA = Neossolo Quartzo Arênico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999).

A semeadura, manual, foi realizada na primeira semana de julho de 2007. Foi adotado o espaçamento de 0,5 m entre linhas, densidade de 15 sementes por metro e profundidade de semeadura de 3 a 4 cm. Cada parcela teve 4 linhas de 5,0 m cada, num total de 10 m<sup>2</sup> e área útil de 5 m<sup>2</sup> (as duas linhas centrais).

O experimento de Mocambinho foi irrigado por aspersão convencional e o de Jaíba, por microaspersão. Em Mocambinho, foram aplicados 12 mm dia<sup>-1</sup> (1h dia<sup>-1</sup>) até a emergência do feijoeiro e 6 mm dia<sup>-1</sup> (1/2 h dia<sup>-1</sup> até 20 DAE e 1 h dia<sup>-1</sup>, em dias alternados, após os 20 DAE). Em Jaíba, foram empregados

microtubos, no espaçamento de 4x4 m, com vazão de 70 L h<sup>-1</sup>; nos três primeiros dias, irrigou-se durante 6h dia<sup>-1</sup> e, a partir daí, durante 4 horas, em dias alternados.

Em Mocambinho, as plantas daninhas foram controladas apenas por meio de uma capina manual. Em Jaíba, aplicou-se o herbicida pós-emergente Robust<sup>®</sup> na base de 1L ha<sup>-1</sup> do produto comercial, aos 20 DAE; posteriormente, realizou-se uma capina manual para eliminar o cipó-de-catitu (*Pyrostegia venusta* Baill), não controlado pelo herbicida.

Por ocasião da colheita (outubro-novembro de 2007), foram avaliados o estande final, o rendimento de grãos e seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos). O estande final foi obtido pela contagem do número de plantas na área útil, no momento da colheita, expressando-se o resultado em mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os componentes do rendimento foram determinados na área útil de cada parcela, com base em amostra aleatória de dez plantas. O rendimento de grãos foi determinado pela pesagem do total de grãos obtidos na parcela útil após a trilha de todas as plantas, inclusive a citada amostra de dez plantas, sendo o resultado expresso em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual para cada local e conjunta, após comparação do quadrado médio do erro, de acordo com Banzatto & Kronka (2006). Foi utilizado o software de análise estatística Sisvar<sup>®</sup> (Ferreira, 2000). As médias das cultivares foram agrupadas por meio do teste de Scott & Knott, (1974), enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados mediante análise de regressão, com posterior seleção da(s) equação(ões) mais representativa(s) das relações entre as variáveis envolvidas (Gomes, 1990), observando-se, concomitantemente, a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta dos ensaios de Jaíba e Mocambinho (Tabela 2) revelou que as doses de N influenciaram o estande final e o número de vagens por planta, que a interação cultivares x locais foi significativa para as características rendimento de grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem, mas as demais interações não foram significativas. Na Tabela 2, observa-se, ainda, que, de acordo com Oliveira (2007), os valores do coeficiente de variação (CV%) indicam boa precisão experimental, exceto no caso do número de vagens por planta, cujo CV% mostrou-se superior ao limite máximo aceitável como de média precisão (Tabela 2).

O estande final médio nas duas localidades foi de 262 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 3), situando-se dentro da recomendação geral de 200 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Araújo & Ferreira, 2006). Mocambinho apresentou população final média de 277 mil plantas ha<sup>-1</sup>, superando Jaíba, que teve média de 247 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Mesmo com o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicando-se apenas metade da dose na semeadura, houve redução linear do estande final do feijoeiro com o incremento da dose de N (Figura 2). Santos & Fageria (2007) verificaram que a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N no sulco de semeadura causou severo dano à germinação das sementes, com comprometimento da emergência das plântulas de feijoeiro, pelo efeito salino do fertilizante sobre a semente. Este efeito negativo da adubação nitrogenada na semeadura já havia sido observado por diversos autores, mesmo a partir de doses inferiores (Kikuti et al., 2005; Alves Júnior, 2007).

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta dos dados relativos a estande final, vagens por plantas, grãos por vagem, peso de 100 grãos e rendimento, em Jaíba, MG e Mocambinho, MG na safra de inverno-primavera de 2007.

FV	GL	Estande final	Vagens planta <sup>-1</sup>	Grãos vagem <sup>-1</sup>	Peso cem grãos	Rendimento de grãos
Bloco ( Local)	4	1960,91 <sup>ns</sup>	4,93 <sup>ns</sup>	1,15*	27,24 <sup>ns</sup>	843049,39*
Cultivar (C)	3	29011,36**	299,77**	10,58**	1992,51**	3555647,74**
Dose N (N)	4	4328,45**	27,49*	0,83 <sup>ns</sup>	2,68 <sup>ns</sup>	135690,18 <sup>ns</sup>
Local (L)	1	27150,21**	604,80**	1,78*	50,93 <sup>ns</sup>	3129547,01**
C x N	12	928,52 <sup>ns</sup>	5,23 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	21,99 <sup>ns</sup>	340435,01 <sup>ns</sup>
C x L	3	990,96 <sup>ns</sup>	37,75*	1,43*	38,06 <sup>ns</sup>	936882,68*
N x L	4	2038,00 <sup>ns</sup>	7,83 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	17,04 <sup>ns</sup>	630655,15 <sup>ns</sup>
C x N x L	12	806,20 <sup>ns</sup>	11,48 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	29,45 <sup>ns</sup>	277660,15 <sup>ns</sup>
Erro	76	833,45	10,27	0,37	17,76	300037,66
CV (%)		11,00	28,90	15,72	13,05	22,93

\*\*, \* e ns: respectivamente, significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo pelo teste F.

A cultivar Jalo EEP 558 destacou-se das demais, apresentando 296 mil plantas ha<sup>-1</sup>, seguida pelas cultivares Radiante e Bolinha, com 270 e 262 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A cv. Ouro Vermelho apresentou o menor estande final, com 221 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Com relação ao número de vagens por planta, o desdobramento da interação significativa cultivares x locais (Tabela 4) mostrou que, em Jaíba, a cultivar Ouro Vermelho se destacou, com 19,1 vagens por planta, seguida pela Radiante, com 13,7 vagens por planta e, por último, Bolinha e Jalo EEP 558, com 11,4 e 9,2 vagens planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Em Mocambinho,

Tabela 3. Valores médios do estande final (mil plantas ha<sup>-1</sup>), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos (g) e rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro em função de cultivares, doses de N e localidades. Inverno-primavera 2007.

	Estande final	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos	Rendimento de grãos
<b>Cultivares</b>					
OuroVermelho	221 c	7,8 a	3,4 a	20,75 d	2130 a
Jalo EEP 558	296 a	9,7 a	3,6 a	32,94 c	2252 a
Bolinha	262 b	11,8 a	3,9 a	35,99 b	2279 a
Radiante	270 b	15,2 a	4,7 a	39,49 a	2896 a
<b>Local</b>					
Jaíba	247 b	13,3 a	4,0 a	32,94 a	2551 a
Mocambinho	277 a	8,8 b	3,8 b	31,64 a	2228 b
<b>Dose de N</b>					
0	278	9,9	3,8	31,83	2301
30	270	10,5	3,6	32,34	2326
60	262	11,1	4,0	32,72	2410
90	254	11,7	4,0	32,44	2486
120	246	12,3	4,1	32,14	2424
<b>Médias</b>	<b>262</b>	<b>11,1</b>	<b>3,9</b>	<b>32,29</b>	<b>2389</b>

Nas colunas, dentro de cada fator e local, médias seguidas por diferentes letras pertencem a diferentes grupos pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

o comportamento das cultivares em relação a esta característica seguiu a mesma ordem da primeira localidade, mas as cultivares Ouro Vermelho e Radiante não diferiram significativamente (Tabela 4).

À medida que houve aumento na dose de nitrogênio, o número de vagens por planta aumentou linearmente, alcançando, aproximadamente, 12 vagens por planta na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 3). Vários trabalhos relatam este efeito positivo da dose de N sobre o número de vagens do feijoeiro, como os de Franco et al. (2008) com a cv. IPR Juriti, em Apucarana, PR e de

Alves Júnior (2007), com a cultivar Talismã em Unaí, Guarda-Mor e Janaúba, MG.

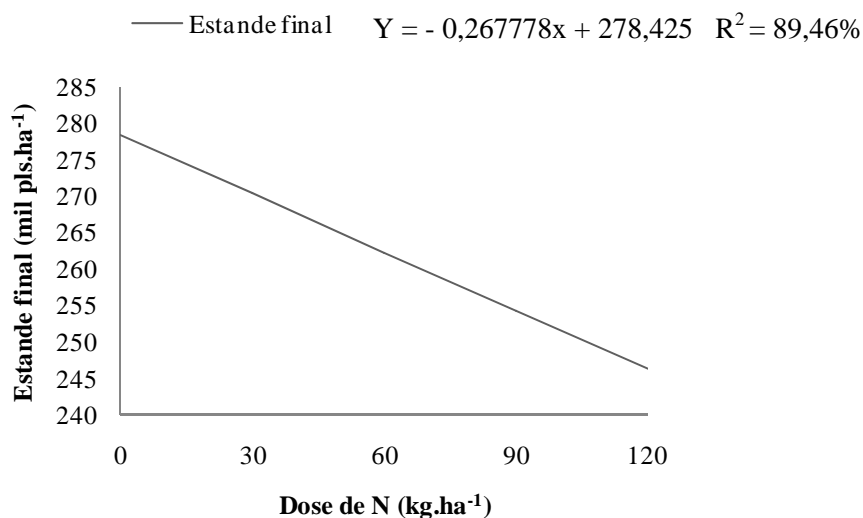


Figura 2. Estande final do feijoeiro em função das doses de N no plantio em Jaíba, MG e Mocambinho, MG (inverno-primavera 2007).

De acordo com Rosolem (1996), a redução da população com o incremento da dose de N pode ter contribuído para este efeito via menor competição intra-específica por luz, água e nutrientes, resultando em maior vingamento de flores e vagens e, conseqüentemente, maior número de vagens por planta.

Em Jaíba, a cv. Ouro Vermelho apresentou o maior número (5,1) de grãos por vagem e o menor valor (3,2) foi apresentado pela cv. BRS Radiante. Em Mocambinho, a cv. Ouro Vermelho também apresentou o maior número de grãos por vagem (4,4) e as demais cultivares não diferiram entre si, apresentando de 3,5 a 3,7 grãos por vagem (Tabela 4). O número de grãos por vagem não foi

influenciado pelas doses de N (Tabela 2), fato também observado por Franco et al. (2008). Segundo Andrade et al. (1998), esta característica está mais relacionada ao genótipo e sofre menor influência do ambiente.

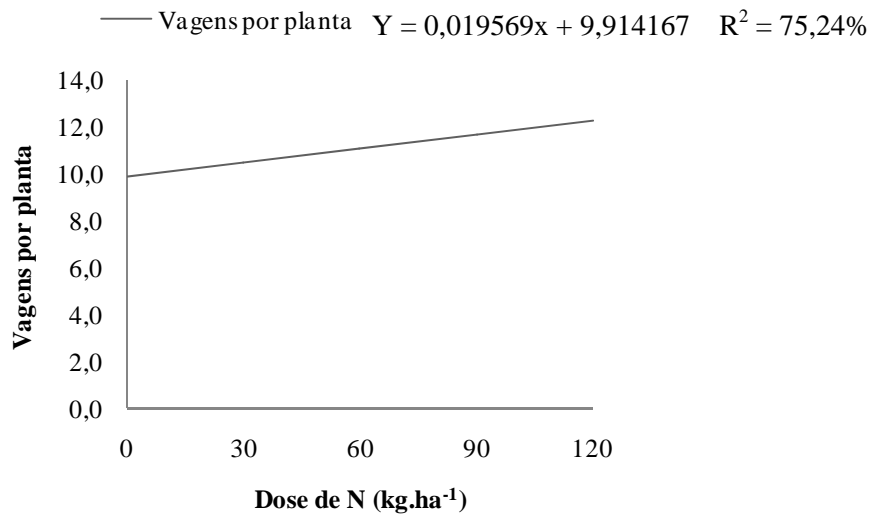


Figura 3. Número de vagens por planta do feijoeiro em função das doses de N no plantio em Jaíba, MG e Mocambinho, MG (inverno-primavera 2007).

Como já era esperado, houve diferença no peso de cem grãos das cultivares avaliadas (Tabelas 2 e 3), pois elas diferem no que diz respeito às características dos grãos. De modo geral, nas duas localidades, o peso médio do grão situou-se abaixo do descrito para todas as quatro cultivares, o que permite deduzir que um ou mais fatores atuaram de forma desfavorável, provavelmente reduzindo o período de enchimento do grão. A cv. BRS Radiante, de ciclo mais curto e hábito de crescimento do tipo I, foi a que teve o tamanho do grão mais

reduzido, pois, normalmente, ele atinge mais de 45 g por cem grãos (Ramalho & Abreu, 2006).

O rendimento médio de grãos foi de 2389 kg ha<sup>-1</sup>, dentro do esperado com a tecnologia empregada, que foi próxima à do nível tecnológico NT<sub>3</sub> da 5<sup>a</sup> aproximação das “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (Chagas et al., 1999), que prevê produtividade da ordem de 1.800 a 2.500 kg ha<sup>-1</sup>.

Analisando o desdobramento da interação cultivares x locais (Tabela 4), verificou-se que, em Jaíba, a cultivar Radiante apresentou o maior rendimento (3.203 kg ha<sup>-1</sup>), seguida pelas cultivares Ouro Vermelho (2.538 kg ha<sup>-1</sup>) e Jalo EEP 558 (2.406 kg ha<sup>-1</sup>) e que o menor rendimento foi observado na cultivar Bolinha (2.055 kg ha<sup>-1</sup>). No ensaio realizado em Mocambinho, novamente, a cultivar Radiante apresentou maior produtividade (2.590 kg ha<sup>-1</sup>) e as demais cultivares não diferiram, apresentando, em média, 2.107 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Estes rendimentos são superiores aos valores médios observados nas principais regiões brasileiras produtoras de feijão, o que as credencia como boas opções de cultivares para uso na região norte de Minas Gerais, na safra de inverno irrigado.

As doses de nitrogênio não influenciaram o rendimento de grãos (Tabela 2). Neste estudo, o incremento das doses de N elevou o número de vagens (Figura 3), o componente do rendimento que mais se correlaciona com a produtividade, mas reduziu a população de plantas (Figura 2), resultando em rendimentos de grão equivalentes (Tabela 3).

TABELA 4. Valores médios do estande final (mil plantas ha<sup>-1</sup>), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos (g) e rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro em função de cultivares e doses de N, em duas localidades de Minas Gerais. Inverno-primavera 2007.

	Estande final	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos	Rendimento de grãos
Jaíba	247	13,4	4,0	32,95	2551
O. Vermelho	200 a	19,1 a	5,1 a	21,19 a	2538 b
Jalo EEP 558	279 a	9,2 c	3,7 b	38,66 a	2406 b
Bolinha	254 a	11,4 c	4,1 b	34,19 a	2055 c
Radiante	256 a	13,7 b	3,2 c	37,74 a	3203 a
0 kg ha <sup>-1</sup>	274	11,9	3,7	31,93	2399
30 kg ha <sup>-1</sup>	255	12,1	3,8	32,52	2568
60 kg ha <sup>-1</sup>	257	13,0	3,9	34,66	2761
90 kg ha <sup>-1</sup>	234	14,1	4,3	33,51	2681
120 kg ha <sup>-1</sup>	217	15,5	4,3	32,09	2345
Mocambinho	277	8,9	3,8	31,64	2228
O. Vermelho	242 a	11,3 a	4,4 a	20,30 a	1965 b
Jalo EEP 558	314 a	6,4 b	3,5 b	40,33 a	2152 b
Bolinha	270 a	7,9 b	3,7 b	31,69 a	2204 b
Radiante	283 a	9,8 a	3,5 b	34,24 a	2590 a
0 kg ha <sup>-1</sup>	278	8,9	4,0	31,72	2203
30 kg ha <sup>-1</sup>	282	8,7	3,4	32,15	2085
60kg ha <sup>-1</sup>	282	7,8	3,9	30,78	2059
90 kg ha <sup>-1</sup>	279	8,7	3,7	31,36	2290
120 kg ha <sup>-1</sup>	267	10,1	3,8	32,18	2502

Nas colunas, dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Este resultado confirma o conceito que o manejo deste nutriente no solo é bastante complexo e dependente de grande número de fatores e, por outro lado, evidencia a importância de se estudar alternativas para incorporação precoce de nitrogênio na cultura do feijoeiro, como forma de se viabilizar o emprego de doses do nutriente maiores que aquelas que podem ser aplicadas no sulco de semeadura.

## CONCLUSÕES

1. O aumento da dose de N até 120kg/ha no sulco de plantio eleva o número de vagens por planta, mas reduz a população de feijoeiros, não influenciando o rendimento de grãos.
2. A cultivar BRS Radiante supera, em rendimento, as cultivares Ouro Vermelho, Jalo EEP 558 e Bolinha, mas as quatro constituem boas opções para diversificação da produção de feijão irrigado na região norte de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 43-60.

ALVES JÚNIOR, J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã em plantio direto e convencional**. 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE, M.J.B.; ALVARENGA, P.E.; CARVALHO, J.G.; SILVA, R.; NAVES, R.L. Influência do nitrogênio, rizóbio e molibdênio sobre o crescimento, nodulação radicular e teores de nutrientes no feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 45, n. 257, p. 65-79, jan./fev. 1998.

ARAÚJO, G.A.A.; FERREIRA, A.C.B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2.ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.13-18.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.



BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. da. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1317-1324, jul. 2000.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A Cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.13-18.

CHAGAS, J.M.; RIBEIRO, A.C . **Feijão**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 306-307.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Informações Edafoclimáticas** Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. “Ouro Vermelho”. Produtos e Serviços/Semente de Feijão, EPAMIG. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=201&Itemid=135](http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=201&Itemid=135)>. Acesso em: 23 set. 2008.

FAGERIA, N.K.;BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, New York, v.88, p. 97-185, 2005.

FARIA, L.C. de.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.DA; RAVA, C.A.; CARNEIRO, G.E.S.; SOARES, D.M.; DIAZ, J.L.C. BRS Radiante: nova cultivar precoce de feijoeiro comum com tipo de grão rajado. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, dez. 2002. (Comunicado Técnico, 45).

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNANDEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A.V. **Frijol, investigación y producción**. Colombia: CIAT, 1985. p.61-80.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e Resumo...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

FRANCO, E.; ANDRADE, C.A.B.; SCAPIN, C.A.; FREITAS, P.S.L. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 427-434, July/Sept. 2008.

FURTINI, I.V.; RAMALHO M.A.P.; ABREU, A.F.B.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1696-1700, nov./dez., 2006.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E PESQUISA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=LA&v=62&z=t&o=10>>. Acesso em: 24 abr. 2008.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R. Nitrogênio e fósforo em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade cultivada BRS MG Talismã. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.415-422, July/Sept. 2005.

KIKUTI H.; ANDRADE M.J.B.; RAMALHO M.A.P.; ABREU A.F.B. Viabilidade econômica da adubação adicional de genótipos de feijoeiro em relação ao resíduo de adubação da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol.37, n.4, abr., 2002.

LOPES, A.S. **Manual de Fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFÓS, 1989. 153p

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

OLIVEIRA, R. L. **Avaliação da precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão**. 2007. 20 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, I.P.; ARAUJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 169-222.

PAULA JÚNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R.R.; CARNEIRO, J.E.S.; ANDRADE, M.J.B.; REZENDE, A. M. (Coord.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009**. Viçosa, MG: EPAMIG-CTZM, 2008. 180 p. (EPAMIG. Série Documentos, 42).

PIASKOWSKI, S.R.; RONZELLI JÚNIOR, P.; DAROS, E.; KOEHLER, H.S. Adubação nitrogenada em cobertura para o feijoeiro em plantio direto na palha. **Scientia Agricola**, Curitiba, v.2, n.2. p.67-72, 2001.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2. ed. atual.ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 415-436.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987. 93p.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.353-390.

SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1237-1248, Set. 2007.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, C.C.; SILVEIRA, P.M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n. 1, p. 86-96, mar. 2000.

VIEIRA, C. Adubação Mineral e Calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JR, T.J. de BORÉM, A.(Ed.). **Feijão**. 2.ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.115-142.