

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO  
FEIJOEIRO cv. BRS-MG TALISMÃ EM  
PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

**JAINIR ALVES JUNIOR**

**2007**

**JAINIR ALVES JUNIOR**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO FEIJOEIRO cv. BRS-MG TALISMÃ EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

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

Orientador

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

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

Alves Junior, Jainir

Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã em plantio direto e convencional / Jainir Alves Junior. -- Lavras : UFLA, 2007.

61 p. : il.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Nitrogênio. 2. Macronutriente. 3. Nutrição mineral. 4. Sistema de plantio. 5. Produtividade. 6. *Phaseolus vulgaris*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.652891

**JAINIR ALVES JUNIOR**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO  
FEIJOEIRO CV. BRS-MG TALISMÃ EM PLANTIO  
DIRETO E CONVENCIONAL**

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

APROVADA em 2 de abril de 2007

Profa. Dra. Janice Guedes de Carvalho

UFLA

Pesquisadora Dra. Miralda Bueno de Paula

EPAMIG

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel

UFLA

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

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

*A Deus e aos meus pais, Jainir Alves (in memoriam) e Maria Aparecida Matos  
Alves,*

## **OFEREÇO**

*As minhas irmãs, Fabrícia e Carla.*

*A minha namorada, Valéria.*

*Aos meus cunhados, Luiz Henrique e Renato.*

*Aos meus sobrinhos, Henrique, Renatinho e Pedro.*

*Ao meu orientador, Prof. Messias José Bastos de Andrade.*

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A meu pai, desde o início da minha carreira, meu maior inspirador e eterno exemplo a ser seguido.

A minha mãe, por todo incentivo, dedicação e amor, nos quais busquei forças para que nunca desistisse de meus ideais.

As minhas irmãs, Fabrícia e Carla, pela amizade única e conselhos precisos.

Aos meus cunhados, em especial ao Luiz Henrique, por ter acreditado no meu potencial e depositado em mim tamanha confiança.

Aos meus sobrinhos e familiares, por terem acreditado na concretização de meus sonhos.

A minha namorada pela admiração e paciência a mim concedida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura, Setor de Grandes Culturas, pela oportunidade e pelo apoio durante o período de realização dos trabalhos.

Ao meu orientador, Prof. Messias José Bastos de Andrade, por todo apoio, amizade, companheirismo, compreensão e sabedoria, que foram essenciais na formação de meu conhecimento e pelo senso crítico, sendo um grande mestre durante esses anos de convivência.

Aos meus co-orientadores, Profa. Janice Guedes de Carvalho e Prof. Augusto Ramalho de Moraes, pelo apoio durante o planejamento e a condução do projeto de pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, Miralda Bueno de Paula e Élberis Pereira Botrel, pela disponibilidade na avaliação deste trabalho.

Aos amigos Marcelo e Evandro Araújo, proprietários das Fazendas Ouro Fino e Ouro Negro, pela cessão de sua propriedade para a instalação dos ensaios de campo.

Aos meus amigos de trabalho, Vanessa, Abner, Bruno, Leandro, José Aurélio e, em especial, a minha grande companheira de longas jornadas, Neiva, pelo apoio, sabedoria e dedicação, durante a condução dos experimentos.

Aos professores Renato Paiva, Nilton Curi, Mozar, Furtini, Sara Chalfun, Patrícia Paiva, João Almir e Pedro Milanez, pela admiração e amizade.

Aos funcionários técnico-administrativos do Setor de Grandes Culturas: João Pila, Alessandro, Júlio, "Seu" Correia, Agnaldo e Manguinha, por todo apoio, auxílio e simpatia sempre constante.

Aos funcionários das Fazendas Ouro Fino e Ouro Negro pela disponibilidade em ajudar nos ensaios de campo.

Aos colegas de graduação, Gaúcho, Rodrigo Matheus, André Nunes, Zé Renato, Poleti, Bruzi, Geórgia, Adriana e Patrícia, pela amizade.

Aos colegas que se tornaram amigos: Tales, Ênio, Alexandre, Alysson, "os filhos do Renzo", Leydiane, Néia, Corujinha e Denise, pela convivência e apoio tão valiosos.

Aos colegas de república Marcelo, Marquinho, Gupima, Joãozinho e Rodrigo, pela convivência e pela família que pudemos formar.

Aos meus amigos de BH, em especial ao meu grande amigo cruzeirense Guilherme, pelo apoio e atenção.

Aos funcionários da Biblioteca da UFLA, por todo o auxílio prestado na busca de referências bibliográficas.

A todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a conclusão de mais uma etapa de minha vida e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu profundo agradecimento.

## **BIOGRAFIA**

JAINIR ALVES JUNIOR, filho de Jainir Alves e Maria Aparecida Matos Alves, nasceu em 31 de outubro de 1978, em Divinópolis, MG, onde viveu toda sua infância. Mudou-se para Belo Horizonte em 1991, onde estudou na Escola Promove até a conclusão do ensino médio. Em novembro de 1998, recebeu o certificado Preliminary English Test pela University of Cambridge e, em dezembro de 2000, recebeu o certificado Advanced Course in English pelo ICBEU. Em janeiro de 2000, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônômica, na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em julho de 2004. Iniciou-se na pesquisa em 2000, no Setor de Fisiologia Vegetal, onde foi bolsista do CNPq, sob orientação do Prof. Renato Paiva, até agosto de 2002. Após essa data, transferiu-se para o Departamento de Agricultura, onde foi bolsista de iniciação científica do PIBIC/FAPEMIG e desenvolveu projetos de pesquisa no Setor de Grandes Culturas, sob a orientação do Prof. Messias José Bastos de Andrade. Iniciou seus trabalhos como consultor em 2002 e, em fevereiro de 2005, ingressou no Mestrado em Agronomia/Fitotecnia na UFLA, concluindo-o em abril de 2007.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
 <b>ARTIGO I: Adubação nitrogenada do feijoeiro, em dose única, no plantio</b>	
<b>direto e convencional.....</b>	<b>01</b>
Resumo .....	01
Abstract.....	02
Introdução.....	03
Material e métodos.....	05
Resultados e discussão.....	06
Itapecerica (inverno 2002) e Lavras (seca 2003).....	06
Lavras, Lambari e Perdões (águas 2002/2003).....	08
Unaí, Guarda Mor e Janaúba (inverno 2002).....	09
Conclusões.....	10
Referências bibliográficas.....	11
 <b>ARTIGO II: Adubação nitrogenada do feijoeiro, em cobertura, no plantio</b>	
<b>direto e convencional.....</b>	<b>23</b>
Resumo .....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Material e métodos.....	26
Resultados e discussão.....	29
Madre de Deus de Minas (seca 2004).....	29
São Vicente de Minas (água 2004/05) e Madre de Deus de Minas (seca 2005).....	32
Conclusões.....	36
Referências bibliográficas.....	37
 <b>ARTIGO III: Adubação nitrogenada do feijoeiro, em plantio e cobertura,</b>	
<b>em plantio direto e convencional.....</b>	<b>42</b>
Resumo .....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e métodos.....	45

Resultados e discussão.....	48
Conclusões.....	57
Referências bibliográficas.....	58

## RESUMO

ALVES JUNIOR, Jainir. **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, MG.\*

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelo feijoeiro. Considerando-se altas produtividades, são necessárias quantidades expressivas de N, o que torna a adubação nitrogenada indispensável. O objetivo deste trabalho foi avaliar, a campo, a resposta do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã, a doses crescentes de nitrogênio por ocasião da semeadura e ou cobertura. Para estudo da adubação nitrogenada de plantio foram conduzidos sete experimentos em plantio convencional, um em plantio direto, em diferentes safras de 2002 e 2003. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com cinco repetições e seis tratamentos (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, fonte uréia) aplicados em dose única por ocasião da semeadura. Para estudo da adubação nitrogenada de cobertura, foram instalados quatro experimentos de campo, em Madre de Deus de Minas e São Vicente de Minas. Na seca 2004, o delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com dez repetições e cinco doses de N em cobertura, aplicados aos 20 DAE (0, 30, 60, 90 e 130 kg ha<sup>-1</sup>). Nos demais ensaios, foi utilizado o mesmo delineamento com seis repetições e 4 doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup>). Para o estudo da interação adubação nitrogenada de plantio x cobertura, foram conduzidos dois experimentos (plantio direto e convencional), na safra das águas 2004/05. O delineamento estatístico foi blocos casualizados com três repetições e esquema fatorial 4x4 envolvendo 4 doses de N no plantio (0, 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) e 4 doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) aos 20 DAE. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m e densidade de 16 sementes.m<sup>-1</sup>. O primeiro grupo de experimentos permitiu constatar que, em ambientes mais favoráveis para o feijoeiro, como no inverno irrigado, o incremento da dose de N no plantio eleva o número de vagens por planta e, conseqüentemente, o rendimento de grãos do feijoeiro, até um ponto máximo, em torno de 57 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A partir deste ponto, a contínua redução da população de plantas pelo efeito salino do fertilizante nitrogenado reduz a produtividade, limitando a possibilidade do emprego de doses elevadas de N no plantio. Em condições de excessiva precipitação pluvial, como na safra das

---

\*Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho – UFLA e Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

águas, ou de outro fator limitante, o efeito das doses crescentes de N no plantio sobre estande final e rendimento de grãos é reduzido. O segundo grupo de experimentos permitiu concluir que, no plantio convencional, a resposta à aplicação de N em cobertura foi quadrática e a dose correspondente à máxima produtividade variou com o ambiente. O plantio convencional apresentou menor amplitude de rendimento de grãos entre os ambientes e maior estande final, entretanto, no plantio direto, o rendimento de grãos foi superior. No plantio direto, não houve resposta à aplicação de N em cobertura (seca 2004) ou essa resposta foi linear crescente. No terceiro grupo de experimentos, concluiu-se que, em ambos os sistemas de plantio, o incremento do fertilizante nitrogenado de plantio reduziu o estande de plantas. De maneira geral, no plantio direto, a resposta à aplicação de N no plantio foi quadrática e a dose correspondente à máxima produtividade variou com as doses de cobertura. No plantio convencional, essa resposta foi linear decrescente, devido ao maior efeito do N de plantio sobre o estande. A resposta à aplicação de N em cobertura foi quadrática, em ambos os sistemas de plantio e as maiores respostas do rendimento de grãos foram observadas com o emprego da dose de  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N no plantio.

## ABSTRACT

ALVES JUNIOR, Jainir. **Nitrogen fertilization in bean cv. BRS-MG Talismã under a no-tillage and a conventional tillage crop management systems.** 2007. 61 p. Dissertation (Master in Agronomy/Crop Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Nitrogen is the largely required nutrient by bean plants and thus, to reach high yields, corresponding amounts of N fertilization are needed, which makes the nutrient indispensable. The objective of this work was to evaluate in the field responses of bean cv. BRS-MG Talismã to increasing nitrogen rates applied at sowing and later as topdressing. To study sowing nitrogen fertilization, a total of seven experiments were carried out under conventional tillage and no-tillage crop management systems, in 2002 and 2003 harvest seasons. The experimental design was in a randomized block with five replicates and six treatments (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg.ha<sup>-1</sup> of N, using urea as the nutrient source) used in a single application at sowing. To study topdressing nitrogen fertilization four experiments were carried out in the field in Madre de Deus de Minas and São Vicente de Minas. In dry season 2004, the used experimental design was in randomized blocks, with ten replicates and five topdressing N rates, applied at 20 DAE (0, 30, 60, 90 and 130 kg ha<sup>-1</sup>). In the further assays the same experimental design was used with six replicated and 4 N rates as topdressing (0, 40, 80 and 120 kg ha<sup>-1</sup>). To study the interaction nitrogen fertilization *vs* topdressing two experiments were carried out (no-tillage and conventional tillage), at the 2004/05 raining season. The experimental design was in randomized blocks with three replicates in a factorial scheme 4x4 encompassing 4 N rates at sowing (0, 40, 80 and 120 kg.ha<sup>-1</sup>) and 4 topdressing N rates (0, 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) at 20 DAE. Each plot was composed by four 5m-long rows, 0.5m apart from each other and a 16 seed.m<sup>-1</sup> density was used. From the first group of experiments, results showed that in environment more adequate to bean crop, such as irrigated winter season, the increase in N rate at sowing enhance the number of pods per plant and therefore bean grain yield, until a maximum point, of approximately 57 kg.ha<sup>-1</sup> of N. From this point onward, there is a continuous reduction in plant population because of the saline effect caused by nitrogen fertilizers, which also reduced crop production, limiting the possibility of using a high N rate at sowing. Under excessive rainfall, such as the raining season, or any other limiting factor, increasing N rates at sowing had less effect on final plant stand and bean grain yield. For the second group of experiments,

---

\*Guidance committee: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Advisor), Janice Guedes de Carvalho – UFLA e Augusto Ramalho de Morais – UFLA.

the conclusion was that in conventional tillage the response to N topdressing application was squared and the N rate to obtain maximum yield varied as a function of the grown environment. The conventional tillage presented lower amplitude of grain yield among environments and higher final stand however, in conventional tillage a higher grain yield was obtained. In no-tillage, there was no response to N topdressing application (drought 2004) or this response was linearly increasing, For the third group of experiments, the conclusion was that for both crop management systems, the increasing nitrogen fertilization rate at sowing reduced plant stand. In general, in no-tillage the response to N application at sowing was squared and the rate corresponding to maximum yield varied depending on the topdressing rates. In conventional tillage this response was linearly decreasing, as a function of the higher effect of N at sowing on final stand. The response to N topdressing application was squared in both crop management systems and higher responses to grain yield were observed with 40 kg.ha<sup>-1</sup> N rate at sowing.

**ARTIGO I**  
**ADUBAÇÃO NITROGENADA DO FEIJOEIRO, EM DOSE ÚNICA, NO**  
**PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

JAINIR ALVES JUNIOR<sup>1</sup>

MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE<sup>1</sup>

NEIVA MARIA BATISTA VIEIRA<sup>3</sup>

JANICE GUEDES DE CARVALHO<sup>4</sup>

CLÁUDIO ROBERTO VALÉRIO<sup>5</sup>

**“Preparado de acordo com as normas da Revista Ceres”**

**RESUMO**

Com o objetivo de avaliar, a campo, a resposta do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã a doses de nitrogênio por ocasião do plantio, foram conduzidos sete experimentos em plantio convencional e um em plantio direto, em diferentes safras de 2002 e 2003. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com cinco repetições e seis tratamentos (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, fonte uréia) aplicados em dose única por ocasião do plantio. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m e densidade de 16 sementes.m<sup>-1</sup>. Em todos os ensaios, foram avaliados o estande final e o rendimento de grãos. Em dois deles, foi avaliado, ainda, o estande inicial e, em outros dois, os componentes primários do rendimento. Constatou-se que, em ambientes mais favoráveis para o feijoeiro, como no inverno irrigado, o incremento da dose de N no plantio eleva o número de

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestrando, DAG/UFLA, Cx. P. 37, 372000-000, Lavras, MG, jainir@terra.com.br;  
<sup>1</sup>Eng. Agr., DSc., Bolsista CNPq, Professor, DAG/UFLA; <sup>3</sup>Eng. Agr., MSc., Doutoranda, DAG/UFLA; <sup>4</sup> Eng. Agr., DSc., Bolsista CNPq, Professora, DCS/UFLA; <sup>5</sup>Eng. Agr., DSc., Fazenda Mãe Rainha, Guarda Mor, MG.

vagens por planta e, conseqüentemente, o rendimento de grãos do feijoeiro, até um ponto máximo, em torno de 57 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A partir deste ponto, há contínua redução da população de plantas pelo efeito salino do fertilizante nitrogenado reduzindo a produtividade e limitando a possibilidade do emprego de doses elevadas de N no plantio. Em condições de excessiva precipitação pluvial, como na safra das águas, ou de outro fator limitante, o efeito das doses crescentes de N no plantio sobre estande final e rendimento de grãos é reduzido.

**Palavras-chave:** nitrogênio, *Phaseolus vulgaris*, sistemas de plantio

#### **ABSTRACT**

#### **NITROGEN FERTILIZATION OF BEAN PLANTS IN A SINGLE APPLICATION UNDER NO TILLAGE AND CONVENTIONAL TILLAGE**

To evaluate field responses of bean cv. BRS-MG Talismã, to nitrogen rates at sowing, seven experiments were carried out in conventional tillage and one in no-tillage, in different 2002 and 2003 seasons. The experimental design was in randomized blocks with five replicated and six treatments (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg.ha<sup>-1</sup> of N, using urea as the nutrient source) used in a single application at sowing. Each plot was composed by four 5m-long rows, 0.5m apart from each other and a 16 seed.m<sup>-1</sup> density was used. In all experiments, final stand and bean grain yield were assessed. For two of them, initial stand was also assessed and, for two others, the primary components of yield were also determined. For environment more adequate to bean crop, such as irrigated winter season, the increase in N rate at sowing enhance the number of pods per plant and therefore bean grain yield, until a maximum point, of approximately 57 kg.ha<sup>-1</sup> of N. From this point onward, there is a continuous reduction in plant population because of the saline effect caused by nitrogen fertilizers, which also reduced crop production, limiting the possibility of using a high N rate at sowing. Under

excessive rainfall, such as the raining season, or any other limiting factor, increasing N rates at sowing had less effect on final plant stand and bean grain yield.

**Key words:** nitrogen, *Phaseolus vulgaris*, crop management systems

## INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelo feijoeiro e, ao contrário da maioria das leguminosas, não é capaz de obtê-lo em quantidades significativas por meio da fixação biológica de N (Malavolta, 1971). Considerando-se que, para altas produtividades, são necessárias quantidades de N superiores a 100 kg.ha<sup>-1</sup> (Vieira, 1998; Stone & Moreira, 2001), a adubação nitrogenada é, portanto, indispensável. Muitos estudos mostraram aumentos significativos na produção de grãos de feijão com aplicação total de até 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Araya et al., 1981), ou rendimentos máximos equivalentes a doses totais de 140 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Carvalho et al., 2003) ou, mesmo, 167 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Santos et al., 2003). Entretanto, muitas dúvidas ainda permanecem para a implementação de manejo racional da adubação nitrogenada dessa leguminosa, como, por exemplo, sobre as reais vantagens do parcelamento do requerimento total de N.

Já na década de 1960, Malavolta (1967) afirmava que, em culturas de ciclo curto, no inverno, quando a nitrificação é atenuada, seriam possíveis resultados satisfatórios usando a uréia apenas no plantio. Rosolem (1996) argumenta que pode ser interessante aumentar a dose de N aplicada no início da cultura, pois o parcelamento excessivo da cobertura nitrogenada no feijoeiro leva à diminuição da eficiência de resposta da planta e elevação do custo da mão-de-obra. Além disso, em diversas situações, como na sucessão milho-feijão em plantio convencional ou plantio direto do feijão na palha, o incremento da

dose de N no plantio poderá evitar as freqüentes deficiências do nutriente, ocasionadas pela imobilização por microrganismos que atuam na decomposição da palhada. Silva et al. (2002) e Soratto et al. (2004) verificaram que o plantio direto exigiu maiores doses de N, em comparação ao plantio convencional.

Carvalho et al. (2001), estudando o efeito de sulfato de amônio ou uréia no parcelamento do N (semeadura e cobertura), verificaram que a uréia exclusivamente na semeadura seria o recomendado. Valério (2002), em estudo envolvendo doses de N na semeadura e em cobertura, concluiu que um mesmo rendimento de grãos pode ser obtido com diferentes combinações e que, de maneira geral, as combinações envolvendo maiores doses de N na semeadura e menores doses de N em cobertura tenderam a menores doses totais de N. Concluiu, ainda, com base na interação safras x N no plantio, que o rendimento de grãos apresentou resposta do tipo linear-pivô, estabilizando-se acima de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura.

Dentre outros, os resultados apresentados apontam forte tendência de modificação da estratégia de adubação nitrogenada, aumentando-se as doses recomendadas no plantio, como já vem acontecendo, por exemplo, na cultura do milho (Pöttker & Wiethölter, 2004). Contra esta estratégia, poderiam ser levantados dois argumentos: 1) maior risco de efeito salino da mistura fertilizante, notadamente em situações de altas doses de N e K (Silveira & Damasceno, 1993) e 2) efeito depressivo de altas doses de N sobre a nodulação radicular e sobre a fixação biológica de nitrogênio (Cassini & Franco, 2006).

O objetivo do presente estudo foi avaliar, em diferentes ambientes, a resposta do feijoeiro a doses de N por ocasião da semeadura, contribuindo para viabilizar a adubação nitrogenada em dose única de plantio na cultura e fornecendo subsídios para recomendação de adubação mais racional e eficiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de oito experimentos de campo; três foram conduzidos no inverno-primavera de 2002, nos municípios mineiros de Itapecerica, Janaúba e Guarda-Mor; outros três foram instalados nas águas 2002/2003 em Lambari, Lavras e Perdões e um na safra da seca 2003, também em Lavras, todos em plantio convencional. O experimento em plantio direto foi conduzido no inverno 2002, em Unaí. A classificação (Embrapa, 1999) e os resultados da análise química de amostras de material dos solos, coletadas à profundidade de 0 a 20 cm, antes de cada semeadura do feijão, são apresentados na Tabela 1.

Foi utilizada a cultivar BRS-MG Talismã, de grãos tipo carioca, crescimento indeterminado com guias longas (tipo III), porte prostrado, ciclo médio de 85 dias, resistência à raça alfa brasil (patótipo 89) de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e ao mosaico-comum (VMCF) e resistência intermediária à mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*) (Ramalho & Abreu, 2006).

O delineamento estatístico utilizado em cada experimento foi blocos casualizados com cinco repetições e seis tratamentos constituídos pelas doses 0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, fonte uréia, aplicadas em dose única, por ocasião da semeadura. Em todos os locais as parcelas tiveram quatro linhas (duas centrais úteis) de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m e densidade de 16 sementes por metro.

Em todos os experimentos, avaliaram-se o estande final e o rendimento de grãos. Nos ensaios de Perdões e Lavras, foram avaliados, ainda, o estande inicial e, em Unaí, Guarda-Mor e Janaúba, os componentes primários de rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos).

Por se tratar de propriedades particulares, no plantio convencional, foram adotados os mesmos procedimentos de preparo de solo utilizados pelo produtor,

inclusive correção do solo. No plantio direto (Unaí), o ensaio foi instalado sob palhada de milho, dessecada quinze dias antes do plantio, com 2,5 kg de Roundup WG® por hectare. Em nenhuma das localidades foi realizada a correção do solo. Em cada localidade, todas as parcelas receberam idêntica adubação fosfatada e potássica, determinada por meio da análise de solo (Tabela 1), segundo Chagas et al. (1999). Os experimentos foram mantidos livres de plantas daninhas por método químico ou mecânico e os demais tratamentos culturais foram os normalmente dispensados à cultura em cada local. No inverno 2002 e na seca 2003, os experimentos foram irrigados por aspersão convencional (Itapecerica e Lavras) ou pivô central (Unaí, Guarda-Mor e Janaúba).

Os dados foram submetidos à análise de variância individual, conforme o delineamento adotado e, sempre que possível, foram realizadas, ainda, análises conjuntas (Gomes, 1976). Para a comparação das médias entre localidades foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No estudo dos efeitos das doses de N, os dados foram submetidos à análise de regressão, com ajuste de curvas representativas, de acordo com as características avaliadas (Ferreira, 2000).

As análises de variância individual indicaram a possibilidade de três agrupamentos para análise conjunta (Gomes, 1976), quando, nessas localidades, foram avaliadas características em comum: 1) Itapecerica (inverno 2002) e Lavras (seca 2003); 2) Lavras, Lambari e Perdões (águas 2002/2003) e 3) Unaí, Guarda-Mor e Janaúba (inverno 2002).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Itapecerica (inverno 2002) e Lavras (seca 2003)**

A análise do estande inicial do feijoeiro em Lavras revelou efeito significativo das doses de N. O estande inicial apresentou maior número de plantas na dose zero de N (em torno de 108 plantas por 5m<sup>2</sup>) e decresceu com o

incremento da dose de N no plantio, conforme relação quadrática (Figura 1). Este resultado confirma os obtidos por Silveira & Damasceno (1993) e Kikuti et al. (2005), com relação ao efeito salino provocado pelo adubo nitrogenado, quando da germinação das sementes e emergência das plântulas.

A análise de variância conjunta dos dados das características comuns em Itapecerica e Lavras revelou, com boa precisão experimental, efeito significativo de locais e tratamentos sobre o estande final e rendimento de grãos (Tabela 2), mas não houve interação significativa entre os dois fatores. A produtividade foi bastante limitada (Tabela 2), em função de forte infestação não controlada de cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*) que, entretanto, não chegou a mascarar o efeito salino das doses crescentes de N no plantio sobre o estande final (Figura 2), já detectado sobre o estande inicial em Lavras e que também confirma os resultados já mencionados.

Os dados de rendimento de grãos ajustaram-se ao modelo quadrático de baixa resposta às doses de N no plantio, apresentando um ponto de máxima produtividade ( $474 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), com o emprego da dose de  $65 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N (Figura 3). Essa produtividade encontra-se bem abaixo da média brasileira (Borém & Carneiro, 2006) e caracteriza um ambiente fortemente desfavorável ao feijoeiro, afetado por fator não controlado (cigarrinha verde em Itapecerica e déficit hídrico em Lavras).

A dose de N que proporcionou maior produtividade foi superior às recomendadas na semeadura do feijão em Minas Gerais (Chagas et al., 1999), entretanto, situa-se dentro do intervalo geralmente utilizado para estudos dessa natureza, nos quais as respostas variam amplamente, principalmente com as condições climáticas e fitossanitárias (Rosolem, 1987). Estudos envolvendo doses de N em ambientes mais favoráveis têm indicado doses superiores à encontrada nas condições do presente trabalho. Valério (2002), por exemplo, encontrou máxima produtividade (plantio convencional) em doses próximas a 80

kg.ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, no inverno irrigado, enquanto Silva et al. (2002) encontraram produtividades de 1.844 kg.ha<sup>-1</sup>, com a aplicação de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N, em plantio direto, em que a demanda inicial de N tem se mostrado superior (Silva et al., 2002; Soratto et al., 2004).

### **Lavras, Lambari e Perdões (águas 2002/2003)**

A análise conjunta dos ensaios de Lavras e Perdões, para o estande inicial, determinado apenas nessas localidades, revelou que esta característica foi significativamente reduzida com as doses crescentes de N (Figura 4), da forma já discutida no primeiro grupamento de experimentos. A análise conjunta dos três ensaios, para estande final e rendimento de grãos, revelou que os locais influenciaram ambas as características, entretanto, as doses de N apenas influenciaram o estande final. A interação não foi significativa.

Diferentemente do que ocorreu no grupo anterior, a resposta do estande final não foi sempre decrescente e apresentou comportamento quadrático (Figura 5), com ponto de máximo com a aplicação de 41 kg ha<sup>-1</sup> de N. Certamente, esse comportamento está relacionado às condições de maior precipitação pluvial nessa safra, atuando no sentido de reduzir a disponibilidade de N nas menores doses e minimizar o efeito salino nas maiores doses (menor pressão osmótica).

Na Tabela 3 são mostrados os valores médios obtidos para estande final e rendimento de grãos, em que verifica-se que, em Lambari, foi obtida a maior produtividade, superior às de Lavras e Perdões. Embora os rendimentos médios observados tenham sido superiores às médias nacional e mineira, nessa safra das águas, eles situaram-se, de certa forma, abaixo do esperado com a tecnologia empregada. A falta de resposta nessa safra pode estar relacionada à maior lixiviação (Andrade et al., 2006) ou à maior adição natural do N por meio das descargas elétricas e chuvas (Tavares & Santiago, 2002).

### **Unaí, Guarda Mor e Janaúba (inverno 2002)**

A análise de variância conjunta para rendimento de grãos e seus componentes indicou que houve efeito de locais (L) sobre todas as variáveis, exceto número de vagem por planta. As doses de N no plantio (N) influenciaram o estande final, o número de vagens por planta e o rendimento de grãos. A interação L x N influenciou o estande final. Houve boa precisão experimental.

O rendimento de grãos foi superior a  $1.800 \text{ kg ha}^{-1}$  em Unaí e Janaúba (Tabela 4), locais que apresentaram, em média, os maiores estandes, indicando que essas duas variáveis (estande e produtividade) apresentaram certa proporcionalidade. Em Guarda-Mor, apesar do maior peso de 100 grãos e maior número de grãos por vagem, o rendimento de grãos também foi proporcional ao estande final, situando-se na faixa de  $1600 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Nessas localidades, o estande final reduziu-se com o incremento da dose de N no plantio (Figura 6), fato já ocorrido nos experimentos do primeiro grupo (Figura 1).

Com relação ao rendimento de grãos, nas três localidades, o comportamento foi semelhante, com resposta quadrática à adição de N no sulco de plantio, sendo possível estimar um ponto de máxima produtividade, com a dose de  $56,9 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Figura 7). Esse resultado corrobora os de Araújo et al. (1994), que também verificaram resposta quadrática ao N no plantio em algumas cultivares utilizadas. De certa forma, também é coerente com estudos realizados por Carvalho et al. (2001), em plantio convencional e por Silva et al. (2002), em plantio direto, nos quais o atraso no fornecimento de N à planta refletiu em menor rendimento do feijoeiro. No mesmo sentido, Amane et al. (1999), avaliando N no plantio e em cobertura e molibdênio (Mo) foliar, constataram que a maior produtividade em Leopoldina ( $2.585 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) foi obtida com a combinação de N somente no plantio com Mo foliar.

Nas três localidades, o número de vagens por planta cresceu continuamente com incremento da dose de N no plantio (Figura 8), provavelmente em função da redução do estande inicial (Figura 1). Com a redução da população, reduz-se a competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, resultando em maior vingamento de flores e vagens e, conseqüentemente, maior número de vagens por planta (Rosolem , 1996).

Rosolem (1996) deixa bem claro que o efeito da adubação na produtividade do feijoeiro se dá principalmente via aumento do número de vagens por planta, razão pela qual considera que, em qualquer situação, a dose total de N deve estar já aplicada até o início do florescimento. Ainda segundo o mesmo autor, os resultados disponíveis já permitem inferir que o parcelamento excessivo da cobertura nitrogenada no feijoeiro leva à diminuição da resposta da planta, da eficiência, acarretando em economicidade da adubação. O autor conclui que pode ser interessante aumentar a dose de N aplicada no início do ciclo da cultura. Em sequeiro, recomenda que o N seja aplicado todo na semeadura ou, no máximo, até 20 dias após a emergência. Pelos resultados do presente trabalho, a cv. Talismã respondeu à aplicação de N no plantio na seca e no inverno irrigado, mas não respondeu na safra das águas, como já discutido, provavelmente pela maior lixiviação do N do fertilizante e pela maior adição natural de N nessa época do ano.

## **CONCLUSÕES**

Em ambientes mais favoráveis para o feijoeiro, como no inverno irrigado, o incremento da dose de N no plantio eleva o número de vagens por planta e, conseqüentemente, o rendimento de grãos do feijoeiro, até um ponto máximo, em torno de 57 kg.ha<sup>-1</sup> de N. A partir daí, há contínua redução da população de plantas pelo efeito salino do fertilizante nitrogenado reduzindo a

produtividade e limitando a possibilidade do emprego de doses elevadas de N no plantio.

Em condições de excessiva precipitação pluvial, como na safra das águas, ou de outro fator limitante, o efeito das doses crescentes de N no plantio sobre estande final e rendimento de grãos é reduzido.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; NOVAIS, R. F.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 643-650, jul./set. 1999.

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

ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 442-450, jul./ago. 1994.

ARAYA, V. R.; VIEIRA, C.; MONTEIRO, A. A. T.; CARDOSO, A. A.; BRUNE, W. Adubação nitrogenada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 28, n. 166, p. 134-149, mar./abr. 1981.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 415-436.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N. C. B.; BASSAN, D. A. Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*P. vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 617-624, jul./set. 2001.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 445-450, maio/jun. 2003.

CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. Fixação biológica de Nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 143-170.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. L. Feijão. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 306-309.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359 p.

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

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. **Anais...** São Carlos:UFSCar, 2000. p. 255-258.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 6. ed. Piracicaba: ESALq, 1976. 430 p.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação.** São Paulo, 1967. 606 p.

MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FEIJÃO, 1., 1971, Campinas. **Anais...** Viçosa, 1971. p. 211-242.

PÖTTKER, D.; WIETHÖETER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, jul./ago. 2004.

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

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, 1999.359 p.

ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 353-416.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, nov. 2003.

SILVA, G. M.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2002.

SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, nov. 1993.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 895-901, set. 2004.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. Á. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, abr. 2001.

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, 2002.

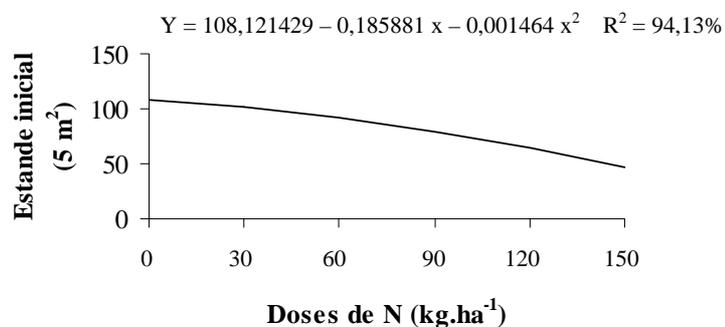
VALÉRIO, C. R. **Resposta do feijoeiro comum ao nitrogênio no plantio, em cobertura e em diferentes safras**. 2002. 62 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998. p. 123-151.

**TABELA 1.** Classificação dos solos e resultados da análise química das respectivas amostras (0 a 20 cm). UFLA, Lavras, MG, 2007.\*

Características	Itapecerica	Janaúba	Guarda Mor	Unai
	LVA	RQ	LV	LV
	<b>Inverno 2002</b>			
pH em água <sup>(1)</sup>	5,3 AcM	5,2 AcM	4,9 AcE	5,0 AcE
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	4,3 Ba	13,8 B	16,0 B	14,5 B
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	39,0 Ba	76,0 B	80,0 B	87,0 B
Ca (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	1,0 Ba	4,3 MB	3,1 B	3,62 B
Mg (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	0,7 M	1,52 MB	0,97 B	1,20 B
Al (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	0,21 Ba	0,30 Ba	0,22 Ba	0,22 Ba
M.O. (dag.kg <sup>-1</sup> ) <sup>(4)</sup>	1,6 Ba	3,5 M	3,7 M	4,5 B
Características	Lavras		Perdões	Lambari
	Águas 2002/03	Seca 2003	Águas 2002/2003	
	LVd	LVd	PVA	GX
pH em água <sup>(1)</sup>	4,9 AcE	5,1 AcE	4,9 AcE	4,5 AcE
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	14,5 B	13,7 B	14,5 Ba	33,0 MB
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	112,0 MB	108,0 MB	122,0 MB	48,0 M
Ca (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	2,0 M	1,6 M	2,0 M	0,7 Ba
Mg (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	0,6 M	0,52 M	0,6 M	0,2 Ba
Al (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	0,3 Ba	0,31 Ba	0,3 Ba	3,2 M
M.O. (dag.kg <sup>-1</sup> ) <sup>(4)</sup>	1,9 M	1,8 M	1,9 M	3,0 B

\* Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 5ª. aproximação (Ribeiro et al., 1999). <sup>(1)</sup> (1:2,5) <sup>(2)</sup> Extrator Mehlich, <sup>(3)</sup> Extrator KCl 1 N, <sup>(4)</sup> Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 N; AcE=acidez elevada, AcM=acidez média, Ba=baixo, M=médio, B=bom, MB=muito bom. LVA=Latossolo Vermelho Amarelo, RQ=Regossol Quartzogênico, LV=Latossolo Vermelho, LVd=Latossolo Vermelho distroférrico, PVA=Podzólico Vermelho Amarelo, GX= Gleissolo

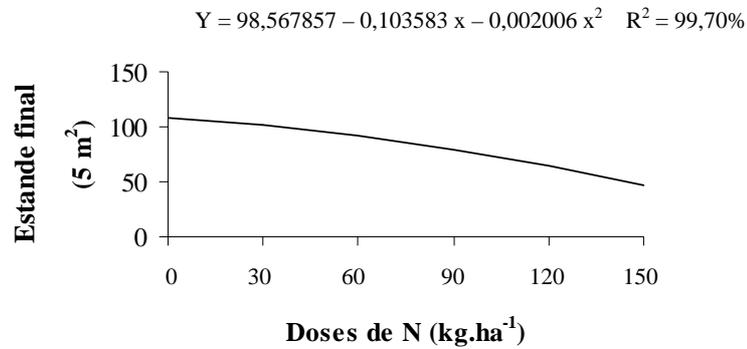


**FIGURA 1.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Lavras (seca 2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.

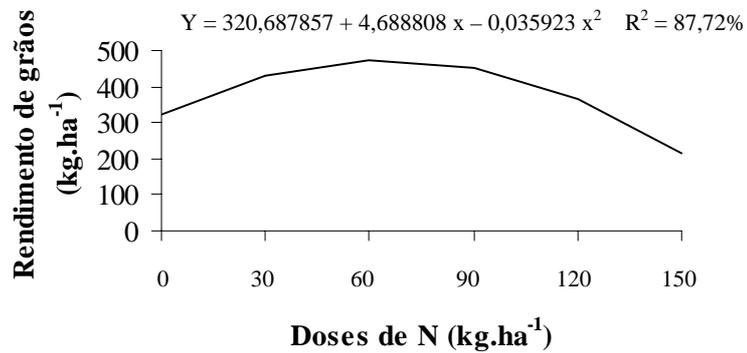
**TABELA 2.** Valores médios de estande final (5m<sup>2</sup>) e rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em Itapecerica (inverno 2002) e Lavras (seca 2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.\*

<b>Local</b>	<b>Estande final</b>	<b>Rendimento de grãos</b>
Lavras	64 b	438 a
Itapecerica	84 a	314 b
<b>CV (%)</b>	23,88	40,63

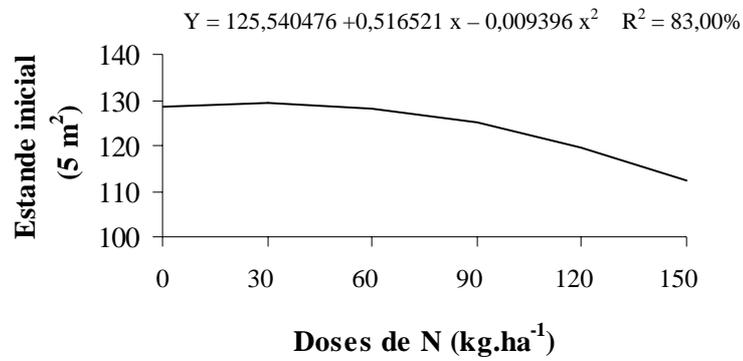
\*Médias seguidas mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



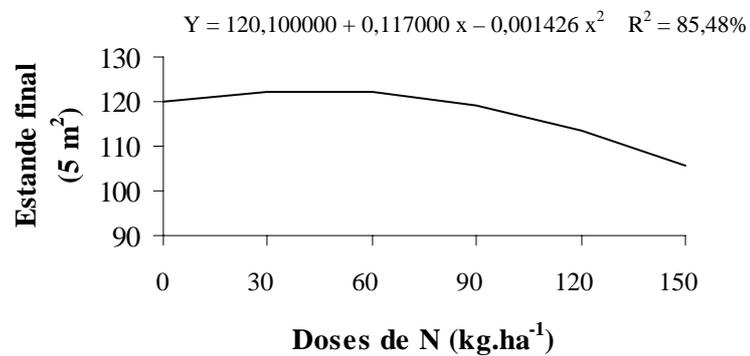
**FIGURA 2.** Estande final do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Itapecerica (inverno 2002) e Lavras (seca 2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 3.** Rendimento de grãos do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Itapecerica (inverno 2002) e Lavras (seca 2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 4.** Estande inicial do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Lavras e Perdões (águas 2002/2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 5.** Estande final do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Lavras, Lambari e Perdões (águas 2002/2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.

**TABELA 3.** Valores médios de estande final (5m<sup>2</sup>) e rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de locais e doses de N no plantio. Lambari, Lavras, Perdões (águas 2002/2003). UFLA, Lavras, MG, 2007.\*

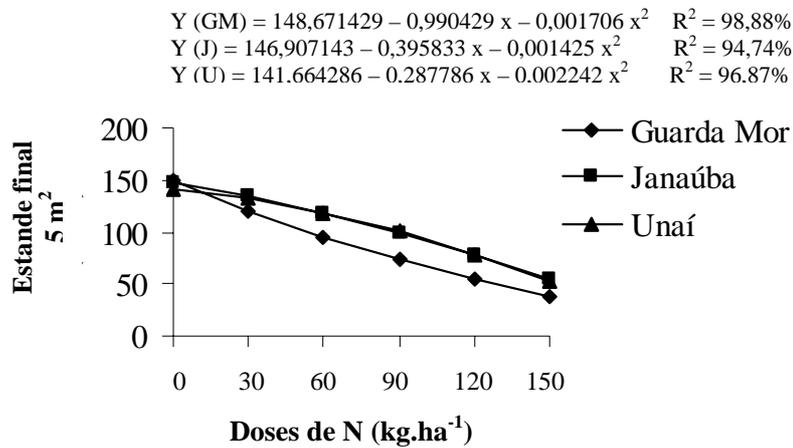
<b>Fator</b>	<b>Níveis</b>	<b>Estande final</b>	<b>Rendimento de grãos</b>
<b>Locais</b>	Perdões	102 c	1026 b
	Lavras	117 b	1096 b
	Lambari	132 a	1322 a
<b>Dose de N</b>	0	120	1025
	30	122	1094
	60	122	1148
	90	119	1188
	120	114	1212
	150	105	1222
<b>Médias</b>		117	1148
<b>CV (%)</b>		12,74	26,80

\* Em cada coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

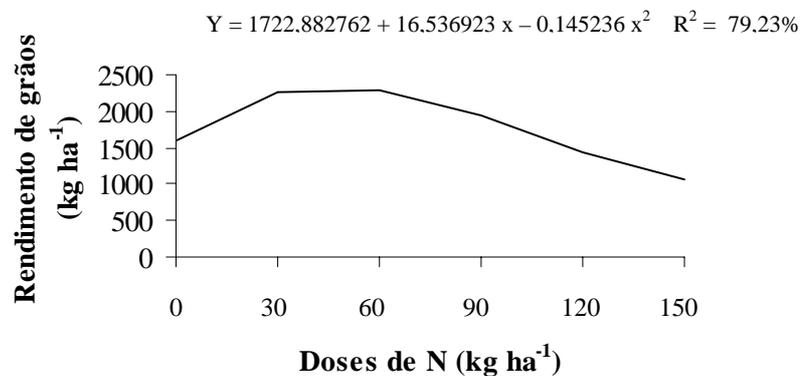
**TABELA 4.** Valores médios de estande final (EF) (5m<sup>2</sup>), rendimento de grãos (RG) (kg.ha<sup>-1</sup>), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP) e peso de cem grãos (PCG) do feijoeiro cv. Talismã em Guarda Mor, Unaí, Janaúba (inverno 2002). UFLA, Lavras, MG, 2007.\*

<b>Local</b>	<b>EF</b>	<b>RG</b>	<b>NGV</b>	<b>NVP</b>	<b>PCG</b>
Guarda Mor	88,46 b	1607,22 b	5,32 a	18,78 a	28,96 a
Unaí	103,83 a	1859,67 a	4,64 b	17,79 a	21,79 b
Janaúba	105,46 a	1827,96 ab	4,48 b	18,37 a	22,38 b
<b>CV (%)</b>	9,81	21,28	6,86	11,20	4,71

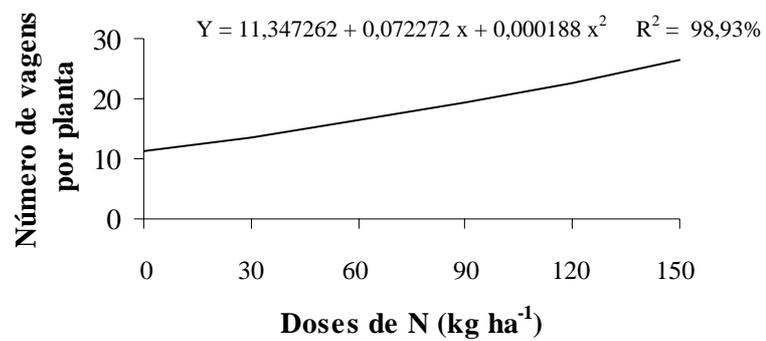
\* Em cada coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**FIGURA 6.** Estande final do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Guarda Mor, Janaúba e Unaí, safra inverno 2002. UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 7.** Rendimento de grãos do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Guarda Mor, Janaúba e Unaí, safra inverno 2002. UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 8.** Número de vagens por planta do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio, em Guarda Mor, Janaúba e Unaí, safra inverno 2002. UFLA, Lavras, MG, 2007.

## ARTIGO II

### Adubação nitrogenada do feijoeiro, em cobertura, no plantio direto e convencional

#### Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro

Jainir Alves Junior<sup>1\*</sup>; Neiva Maria Batista Vieira<sup>1</sup>; Messias José Bastos de Andrade<sup>1</sup>, Janice Guedes de Carvalho<sup>2</sup>; e Augusto Ramalho de Moraes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

\*Autor para correspondência: [jainir@terra.com.br](mailto:jainir@terra.com.br)

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

**RESUMO.** Com o objetivo de avaliar a resposta do feijoeiro a doses de nitrogênio em cobertura, em plantio direto e convencional, foram instalados quatro experimentos de campo em Madre de Deus de Minas e São Vicente de Minas, utilizando a cv. BRS-MG Talismã. Na seca 2004, o delineamento estatístico utilizado foi blocos casualizados, com dez repetições e cinco doses de N em cobertura, aplicados aos 20 DAE (0, 30, 60, 90 e 130 kg ha<sup>-1</sup>). Nos demais ensaios foi utilizado o mesmo delineamento, com seis repetições e 4 doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup>). A semeadura foi mecanizada, com densidade de 16 sementes.m<sup>-1</sup> e espaçamento de 0,5 m. Cada dose de cobertura foi aplicada em áreas de 250 m<sup>2</sup> e, por ocasião da colheita, foram colhidas

parcelas de 5 m<sup>2</sup> cada. Foram avaliados o estande final e o rendimento de grãos. Verificou-se que o plantio convencional apresenta menor amplitude de rendimento de grãos entre os ambientes e maior estande final, entretanto, no plantio direto, o rendimento de grãos foi superior. No plantio convencional, a resposta à aplicação de N em cobertura foi quadrática e a dose correspondente à máxima produtividade variou com o ambiente. No plantio direto, não houve resposta à aplicação de N em cobertura (seca 2004) ou essa resposta foi linear crescente (seca 2005).

**Palavras-chave:** nitrogênio, *Phaseolus vulgaris*, sistemas de plantio

**ABSTRACT. Topdressing nitrogen fertilization in bean plants under no-tillage and conventional tillage.**

To evaluate the response of beans to nitrogen rates applied as topdressing, under no-tillage and conventional tillage, four experiments were carried out in Madre de Deus de Minas and São Vicente de Minas, utilizing bean cv. BRS-MG Talismã. In dry season 2004, a randomized block design was used, with ten replicates and five topdressing N rates applied at 20 DAE (0, 30, 60, 90 and 130 kg ha<sup>-1</sup>). In the further assays the same experimental design was used with six replicated and 4 topdressing N rates (0, 40, 80 and 120 kg ha<sup>-1</sup>). Automated sowing was used, with 16 seeds.m<sup>-1</sup> plant density and 0.5m row distance. Each topdressing dose was applied in 250 m<sup>2</sup> fields. At harvest, 5 m<sup>2</sup> plots were sampled from each field. Final stand and grain yield were recorded. The conventional tillage presented lower amplitude of grain yield among environments and higher final stand, however, in conventional tillage a higher grain yield was obtained. In conventional tillage the response to topdressing N application was squared and the dose corresponding to maximum yield varied as a function of the grown environment. In no-tillage, there was no response to N

topdressing application (dry season 2004) or this response was linearly increasing.

**Key words:** nitrogen, *Phaseolus vulgaris*, crop management systems

## INTRODUÇÃO

O nitrogênio apresenta efeito altamente positivo sobre a produção de feijão. Desta forma, é importante conhecer o modo mais adequado de aplicá-lo, uma vez que doses elevadas no sulco de plantio podem provocar perdas do elemento, em razão de sua mobilidade no solo, além dos danos às sementes, reduzindo-lhes a percentagem de emergência (Araújo et al., 1994).

A adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro tem por objetivo assegurar o suprimento de N no período de máximo crescimento (entre V<sub>3</sub> – V<sub>4</sub>, primeira a terceira folha trifoliolada completamente distendida e R<sub>6</sub>, florescimento) (Cobra Neto et al., 1971; Almeida & Bulisani, 1980).

Em geral, na adubação nitrogenada da cultura recomenda-se de 20 a 100 kg.ha<sup>-1</sup>, dependendo do nível de tecnologia empregado, aplicados parceladamente, ou seja, uma porção no sulco de plantio, juntamente aos adubos fosfatado e potássico, e outra porção mais tarde, em cobertura (Ribeiro et al., 1999). O maior argumento a favor deste parcelamento tem sido a possibilidade de lixiviação do N quando aplicado em dose elevada na semeadura, embora alguns resultados tenham indicado que talvez venha se dando excessiva importância à lixiviação do N. Este fato é altamente relevante, já que o elevado número de parcelamentos, dependendo do sistema de produção, torna-se operacional e ou economicamente inviável.

Araújo et al. (1994) verificaram que a adubação nitrogenada parcelada, em cobertura, até aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE) é vantajosa para a cultura do feijão. Calvache & Reichardt (1996), estudando o efeito da época de deficiência hídrica na eficiência do uso do N na cultura do feijoeiro,

verificaram que a maior absorção de N ocorreu na floração e na época de formação de vagens. Ambrosano et al. (1996), avaliando a aplicação de N em cobertura no cultivo de feijão irrigado no inverno, constataram que a produtividade pode ser aumentada pela adição de N e que as doses únicas aplicadas em cobertura foram mais eficientes do que as aplicadas somente na semeadura, com melhor época de aplicação aos 25 DAE.

As aplicações de 72 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, em plantio convencional, irrigado (Silveira & Damasceno, 1993) e de 164 kg.ha<sup>-1</sup> de N, em plantio direto (Meira et al., 2005) proporcionaram produtividade máxima do feijoeiro.

Chidi et al. (2002), em área com alta relação C/N, verificaram que a aplicação do N em cobertura via solo proporcionou aumento no teor de N foliar, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijoeiro. Entretanto, em outros trabalhos realizados, como os de Arf et al. (2004) e Silva et al. (2006), em plantio direto e convencional, o rendimento de grãos do feijoeiro não foi influenciado pelas doses de 0, 30, 60 e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N aplicadas em cobertura.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta do feijoeiro a doses de nitrogênio em cobertura, em sistema convencional e plantio direto, fornecendo subsídios para recomendação de adubação mais racional e eficiente da cultura.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo constou de quatro experimentos de campo, instalados em propriedades particulares. Os dois primeiros foram conduzidos no município de Madre de Deus de Minas, na safra da seca 2004, sob plantio direto e convencional. Um terceiro experimento foi instalado no município de São Vicente de Minas, em sistema convencional, na safra das águas 2004/2005. O último experimento foi instalado novamente em Madre de Deus, em plantio

direto, na safra da seca 2005. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo ácrico (Embrapa, 1999).

Os valores resultantes da análise química de amostras de solos, coletadas à profundidade de 0 a 20 cm, antes da semeadura do feijão, são apresentados na Tabela 1.

Foi utilizada a cultivar BRS-MG Talismã, desenvolvida pelo convênio UFLA/UFV/Epamig/Embrapa e recomendada para Minas Gerais. Apresenta grãos tipo carioca, crescimento indeterminado com guias longas (tipo III), porte prostrado, ciclo médio de 85 dias, resistência à raça alfa brasil (patótipo 89) de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e ao mosaico-comum (VMCF) e resistência intermediária à mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*) (Ramalho & Abreu, 2006).

Em plantio convencional, em ambas as localidades, o preparo de solo, bem como sua correção, foram as usualmente realizadas nas propriedades em que foram instaladas. No plantio direto, os ensaios foram instalados sob palhada de milho dessecada quinze dias antes do plantio, com 2,5 kg de Roundup WG® por hectare. Em nenhuma das localidades foi realizada a correção do solo. Na semeadura, a adubação foi equivalente a 500 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-30-10 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 150 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

Em Madre de Deus de Minas, na safra da seca 2004, o delineamento estatístico utilizado foi blocos casualizados, com dez repetições e cinco tratamentos, constituídos pelas doses de 0, 30, 60, 90 e 130 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Em São Vicente de Minas e em Madre de Deus de Minas, safra da seca 2005, utilizou-se o mesmo delineamento com seis repetições e 4 tratamentos, constituídos pelas doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Em todos os experimentos, a fonte foi uréia, aplicada em dose única por ocasião da cobertura, com incorporação, no estágio V<sub>3</sub>/V<sub>4</sub> (Fernandez et al., 1985).

**TABELA 1.** Análise química de amostras dos solos utilizados (0 a 20 cm).UFLA, Lavras, MG, 2007.\*

**TABLE 1.** Chemical analysis of samples of the used soil (0 a 20 cm).UFLA, Lavras, MG, 2007.\*

Características	Madre de Deus		São Vicente
	PD	PC	PC
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,9 AcM	5,3 AcM	5,5 AcM
P mg dm <sup>-3</sup> (1)	5,2 Ba	0,6 MBa	0,6 MBa
K mg dm <sup>-3</sup> (1)	98,0 B	25,0 Ba	23,0 Ba
Ca cmolc dm <sup>-3</sup> (2)	4,3 MB	0,9 Ba	0,8 Ba
Mg cmolc dm <sup>-3</sup> (2)	1,7 MB	0,7 M	0,2 Ba
Al cmolc dm <sup>-3</sup> (2)	0,0 MBa	0,4 Ba	0,0 MBa
S mg dm <sup>-3</sup> (3)	12,8 MB	6,2 B	4,5 M
M. O. dag kg <sup>-1</sup> (4)	2,1 M	1,9 Ba	1,6 Ba
Zn mg dm <sup>-3</sup> (1)	13,1 A	2,2 B	0,6 Ba
Fe mg dm <sup>-3</sup> (1)	78,9 A	69,7 A	36,6 B
Mn mg dm <sup>-3</sup> (1)	12,3 A	3,3 Ba	3,5 Ba
Cu mg dm <sup>-3</sup> (1)	1,9 A	1,5 B	3,0 A
B mg dm <sup>-3</sup> (5)	0,4 M	0,6 M	7,7 A

\* Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 5ª. aproximação (Ribeiro et al., 1999). (1) Extrator Mehlich (2), Extrator SMP, (3) Extrator fosfato monocálcico em ácido acético, (4) Oxidação:Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 N, (5) Extrator água quente, AcM=acidez média, MBa=muito baixo, Ba=baixo, M=médio, B=bom, MB=muito bom, A=alto.

Em todos os experimentos, a semeadura foi mecanizada, adotando-se a densidade de 16 sementes por metro e espaçamento de 0,5 m. Cada dose de cobertura foi aplicada em parcelas de 250 m<sup>2</sup> (10 linhas de 50 m) tendo, por ocasião da colheita, sido colhidas parcelas de 5 m<sup>2</sup> cada (2 linhas de 5 m). Em cada experimento, foi avaliado o estande final, além do rendimento de grãos.

Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região.

Os dados foram submetidos à análise de variância individual e, observando-se os tratamentos em comum e as relações entre variâncias, analisados de forma conjunta (Gomes, 1976), agrupados da seguinte forma: 1) Madre de Deus de Minas, em plantio direto e convencional (seca 2004); e 2) São Vicente de Minas, em plantio convencional (águas 2004/05) e Madre de Deus de Minas, em plantio direto (seca 2005).

Os efeitos das doses de N foram avaliados por meio de análise de regressão, com ajuste de curvas representativas de acordo com as características avaliadas. Para a comparação das médias dos ambientes foi utilizado o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Ferreira, 2000).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Madre de Deus de Minas (seca 2004)**

A análise conjunta dos dados relativos a este primeiro grupo permitiu verificar que houve efeito significativo dos sistemas de plantio (S) sobre ambas as características avaliadas e que a produtividade de grãos foi influenciada pelas doses de N em cobertura (C) e pela interação C x S. Houve boa precisão experimental .

O maior rendimento de grãos foi obtido no sistema de plantio direto, apesar de ter apresentado menor estande final em relação ao plantio convencional (Tabela 2). Esse fato pode ter ocorrido devido à plasticidade das plantas de feijão, ou seja, à capacidade que o feijoeiro possui de se adaptar ao ambiente (Costa et al., 1983), compensando a produção de grãos, mesmo em menores densidades populacionais, por meio do aumento dos componentes do rendimento.

O maior rendimento de grãos no plantio direto também pode ser explicado por vários fatores, dentre eles, a maior fertilidade do solo onde foi

instalado aquele sistema (Tabela 1). Além disso, o maior teor de alguns nutrientes como K na palhada e a absorção de P favorecida pela maior umidade no plantio direto (Stone & Moreira, 2000; Vieira, 2006), pode ter proporcionado maior rendimento de grãos em relação ao plantio convencional. A superioridade do sistema de plantio direto tem sido identificada em vários trabalhos. Barros & Hanks (1997), por exemplo, avaliando o efeito de cobertura e níveis de irrigação, verificaram que a cobertura do solo foi efetiva no aumento da produtividade e da eficiência do uso da água pelo feijoeiro em todos os níveis de irrigação testados.

O comportamento do rendimento de grãos em relação às doses de N em cobertura utilizadas pode ser verificado na Figura 1. Observa-se que, em plantio direto, não houve efeito significativo da aplicação do N em cobertura. Neste sistema, os restos culturais permanecem na superfície do solo, a taxa de mineralização da matéria orgânica é mais lenta, quando comparada com sistema convencional (Gonçalves & Ceretta, 1999), acarretando menor disponibilidade de nitrogênio às plantas, principalmente na fase de implantação até a estabilização do sistema (Soratto et al., 2001; Silva et al., 2002; Soratto et al., 2004). Dessa forma, a ausência de resposta para as doses de N em cobertura, no caso do plantio direto, pode ser explicada por essa imobilização de N, sendo necessárias maiores quantidades desse nutriente para a obtenção de produtividades elevadas (Bordin et al., 2003; Soratto et al., 2004) ou de respostas significativas.

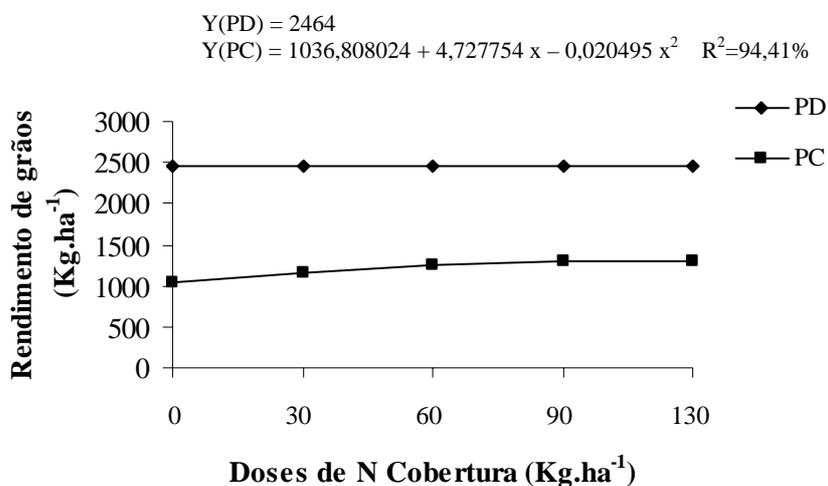
**TABELA 2.** Estande final ( $5m^2$ ) e rendimento médio de grãos ( $kg.ha^{-1}$ ) do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã, em Madre de Deus de Minas, seca 2004, em função de sistemas de plantio e doses de N em cobertura. UFLA, Lavras, 2007.\*

**TABLE 2.** Final stand ( $5m^2$ ) and average grain yield ( $kg.ha^{-1}$ ) of bean cv. BRS-MG Talismã, in Madre de Deus de Minas, dry season 2004, as a function of crop management systems and topdressing N rates. UFLA, Lavras, 2007.\*

<b>Sistema</b>	<b>Estande final</b>	<b>Rendimento de grãos</b>
Plantio Direto	74 b	2464 a
Plantio Convencional	84 a	1211 b
<b>Doses de N Cobertura</b>		
0	78	1732
30	79	1849
60	79	1865
90	79	1819
130	80	1922
<b>Média</b>	79	1837
<b>CV (%)</b>	11,64	10,39

\* Em cada coluna, as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em plantio convencional, a resposta à adubação nitrogenada de cobertura foi quadrática, sendo o maior rendimento ( $1.309 kg.ha^{-1}$ ) obtido com a dose de  $115 kg.ha^{-1}$  de N. Esse resultado encontra-se abaixo dos encontrados por Carvalho et al. (2003) que, entretanto, obtiveram produtividades bastante superiores às encontradas no presente trabalho.



**Figura 1.** Rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de sistemas de plantio e doses de N em cobertura, em Madre de Deus de Minas, seca 2004. UFLA, Lavras, MG, 2007.

*Figure 1.* Bean grain yield (kg.ha<sup>-1</sup>) of bean cv. Talismã as a function of crop management systems and topdressing N rates, in Madre de Deus de Minas, dry season 2004. UFLA, Lavras, MG, 2007.

### São Vicente de Minas (águas 2004/05) e Madre de Deus de Minas (seca 2005)

A análise conjunta dos dados relativos ao segundo grupo de ensaios permitiu verificar que houve efeito significativo de ambientes (A) e da interação A x doses de N sobre ambas as características avaliadas e que houve, ainda, efeito significativo das doses de N em cobertura (C) sobre o rendimento de grãos.

Nas três menores doses de N aplicadas não houve diferença significativa entre os ambientes onde foram instalados os ensaios. Na dose de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N, o estande final do ensaio instalado em Madre de Deus de Minas, em plantio direto, apresentou maior número de plantas por área (Tabela 3). A maior

umidade presente no sistema de plantio direto, já descrito em vários trabalhos (Stone & Moreira, 2000; Arf t al., 2004), pode ter influenciado de maneira significativa na sobrevivência das plantas durante o ciclo cultural do feijoeiro.

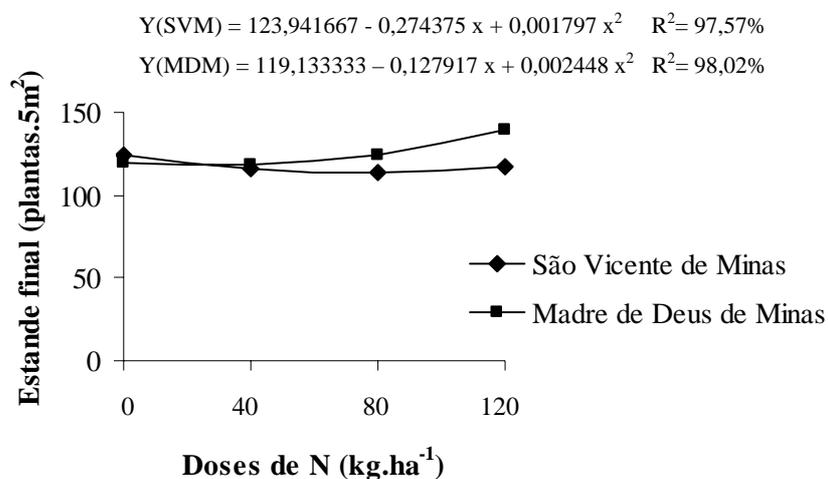
**TABELA 3.** Estande final (5m<sup>2</sup>) do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã, em São Vicente de Minas, águas 2004/05 e Madre de Deus de Minas, seca 2005, em função de ambientes e doses de N em cobertura. UFLA, Lavras, 2007.\*

*TABLE 3. Final stand (5m<sup>2</sup>) of bean cv. BRS-MG Talismã, in São Vicente de Minas, raining season 2004/05 and Madre de Deus de Minas, dry season 2005, as a function of environments and topdressing N rates. UFLA, Lavras, 2007.\**

Doses de N	Ambientes		Média
	São Vicente/PC	Madre de Deus/PD	
<b>0</b>	124 a	120 a	122
<b>40</b>	117 a	116 a	117
<b>80</b>	113 a	126 a	120
<b>120</b>	117 b	139 a	128
<b>Média</b>	118	125	122
<b>CV (%)</b>			9,47

\* Em cada linha, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Apesar do comportamento diferenciado nos dois ambientes (Figura 2), verifica-se, pela Tabela 3, que os valores médios do estande final foram equivalentes a 236 e 250 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, repectivamente, em São Vicente de Minas, em plantio convencional e em Madre de Deus de Minas, em plantio direto. Essas populações são bem próximas às recomendadas por vários trabalhos (Embrapa, 1982; Del Peloso, 1996).



**Figura 2.** Estande final (5 m<sup>2</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N em cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05 e Madre de Deus de Minas, seca 2005. UFLA, Lavras, MG, 2007.

*Figura 2. Final stand (5 m<sup>2</sup>) of bean cv. Talismã as a function of topdressing N rates, in São Vicente de Minas, raining season 2004/05 and Madre de Deus de Minas, dry season 2005. UFLA, Lavras, MG, 2007.*

Independentemente da dose de N utilizada em cobertura, a maior produtividade foi obtida em Madre de Deus de Minas, em plantio direto (Tabela 4). O sistema de plantio pode ter contribuído para esse maior rendimento, com sua maior fertilidade do solo. Outro fator pode ter sido o alto teor de B e Cu presente no solo de São Vicente de Minas (Tabela 1). Outros fatores, como a maior umidade do solo no sistema de plantio direto (Madre de Deus de Minas) ou mesmo maior lixiviação de N na safra das águas (São Vicente de Minas), também poderiam ajudar a explicar as diferenças encontradas.

**TABELA 4.** Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã, em São Vicente de Minas, águas 2004/05 e Madre de Deus de Minas, seca 2005, em função de locais e doses de N em cobertura. UFLA, Lavras, 2007.\*

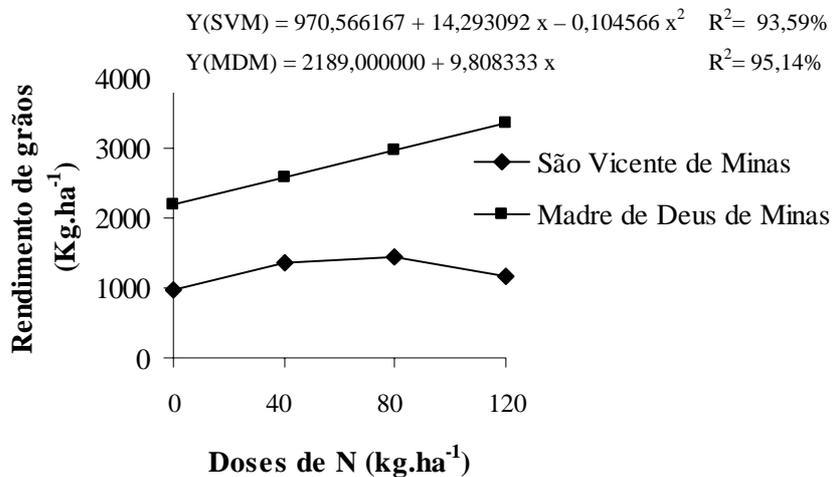
*TABLE 4.* Grain yield ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) of bean cv. BRS-MG Talismã, in São Vicente de Minas, raining season 2004/05 and Madre de Deus de Minas, dry season 2005, as a function of locations and topdressing N rates. UFLA, Lavras, 2007.\*

Doses de N	Locais		Média
	São Vicente	Madre de Deus	
<b>0</b>	949 b	2237 a	1593
<b>40</b>	1440 b	2445 a	1943
<b>80</b>	1380 b	3103 a	2242
<b>120</b>	1202 b	3325 a	2264
<b>Média</b>	1243	2778	2011
<b>CV (%)</b>			19,04

\* Em cada linha, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em São Vicente de Minas, o máximo rendimento de grãos foi obtido com a dose de  $68 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N em cobertura, alcançando uma produtividade de  $1.458 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Essa dose é correspondente à dose total determinada por Silveira & Damasceno (1993), também em plantio convencional, quando estudaram doses de N aplicadas 1/3 em semeadura e 2/3 em cobertura; esses autores, entretanto, encontraram produtividades maiores que as descritas nesse trabalho.

Em Madre de Deus de Minas, a maior dose empregada ( $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N) foi também aquela que proporcionou maior rendimento de grãos. Essa dosagem foi responsável pela produtividade de  $3.366 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Esses resultados são bastante próximos aos encontrados por Barbosa Filho et al. (2005), tanto no que diz respeito à dose de N responsável pela máxima produtividade quanto pela produtividade obtida. A resposta linear ao N, nesse ambiente, permite prever um acréscimo de  $9,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grãos para cada kg de N aplicado em cobertura.



**Figura 3.** Rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N em cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05 e Madre de Deus de Minas, seca 2005. UFLA, Lavras, MG, 2007.

**FIGURE 3.** Grain yield (kg.ha<sup>-1</sup>) of bean cv. Talismã as a function of topdressing N rates, in São Vicente de Minas, raining season 2004/05 and Madre de Deus de Minas, dry season 2005. UFLA, Lavras, MG, 2007.

### CONCLUSÕES

O plantio convencional apresentou menor amplitude de rendimento de grãos entre os ambientes e maior estande final, entretanto, no plantio direto, o rendimento de grãos foi superior.

No plantio convencional, a resposta à aplicação de N em cobertura foi quadrática e a dose correspondente à máxima produtividade variou com o ambiente.

No plantio direto não houve resposta à aplicação de N em cobertura (seca 2004) ou essa resposta foi linear crescente (seca 2005).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. D.; BULISANI, E. A. Técnicas para aumentar a rentabilidade do feijoeiro. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 236-43, 1980.

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. p. 189-203. (Boletim Técnico, 100)

ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; MIRANDA Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 442-450, jul./ago. 1994.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, fev. 2004.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, jan./fev. 2005.

BARROS, L. C. G.; HANKS, J. Evapotranspiration and yield of beans affected by mulch and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 3, p. 692-697, May/June 1997.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após

adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

CALVACHE, A. M.; REICHARDT, K. Efeito de épocas de deficiência hídrica na eficiência do uso do nitrogênio na cultura do feijão c. v Imbabelo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, p. 343-353, maio/dez. 1996.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 445-450, maio/jun. 2003.

CHIDI, S. N.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1391-1395, Oct. 2002.

COBRA NETTO, A.; ACORSI, W. R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 28, p. 257-274, 1971.

COSTA, J. G. C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade do feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 159-167, fev. 1983.

DEL PELOSO, M. J. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 517-584.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Recomendações técnicas para a cultura de feijão com irrigação suplementar**. Goiânia, 1982. 21 p. (Circular Técnica, 12)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412 p.

FERNANDEZ, F. et al. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M. et al. **Frijol, investigación y producción**. Colômbia: 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. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 6. ed. Piracicaba: ESALq, 1976. 430 p.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 307-313, abr./jun. 1999.

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 383-388, abr. 2005.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C. et al. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 415-436.

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, 1999.359 p.

SILVA, G. M.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2002.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 739-745, maio 2006.

SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, nov. 1993.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, p. 89-99, 2001.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 895-901, set. 2004.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. Á Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p 835-841, abr. 2001.

VIEIRA, N. M. B. **Crescimento e Marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS-MG Talismã e Ouro Negro, em plantio direto e convencional.** 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**ARTIGO III**  
**ADUBAÇÃO NITROGENADA DO FEIJOEIRO, EM PLANTIO E**  
**COBERTURA, EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

JAINIR ALVES JUNIOR<sup>2</sup>

MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE<sup>2</sup>

JANICE GUEDES DE CARVALHO<sup>3</sup>

NEIVA MARIA BATISTA VIEIRA<sup>4</sup>

AUGUSTO RAMALHO DE MORAIS<sup>5</sup>

**“Preparado de acordo com as normas da Revista Ciência e Agrotecnologia”**

**RESUMO.** Com o objetivo de avaliar, a campo, a resposta do feijoeiro a doses de nitrogênio por ocasião da semeadura e em cobertura, foram conduzidos dois experimentos (plantio direto e convencional), na safra das águas 2004/05. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com três repetições e esquema fatorial 4x4, envolvendo 4 doses de N no plantio (0, 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) e 4 doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>), aos 20 DAE. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçamento de 0,5 m e densidade de 16 sementes.m<sup>-1</sup>. Foram avaliados os estande inicial e final e o rendimento de grãos. Em ambos os sistemas de plantio, o incremento do fertilizante nitrogenado de plantio reduziu o estande de plantas. De maneira geral, no plantio direto, a resposta à aplicação de N no plantio foi quadrática e a dose correspondente à máxima produtividade variou com as doses de cobertura.

---

<sup>2</sup>Eng. Agr., Mestrando, DAG/UFLA, Cx. P. 37, 372000-000, Lavras, MG. jainir@terra.com.br;  
<sup>3</sup>Eng. Agr., DSc., Bolsista CNPq, Professor, DAG/UFLA; <sup>4</sup>Eng. Agr., DSc., Bolsista CNPq, Professora, DCS/UFLA; <sup>5</sup>Eng. Agr., MSc., Doutoranda, DAG/UFLA; <sup>6</sup>Eng. Agr., DSc., Bolsista CNPq, Professor, DEX/UFLA.

No plantio convencional essa resposta foi linear decrescente, devido ao maior efeito de N de plantio sobre o estande. A resposta à aplicação de N em cobertura foi quadrática, em ambos os sistemas de plantio e as maiores respostas do rendimento de grãos foram observadas com o emprego da dose de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N no plantio.

**Palavras chave:** nitrogênio, *Phaseolus vulgaris*, sistemas de plantio

**ABSTRACT. NITROGEN FERTILIZATION AT SOWING AND LATER AS TOPDRESSING IN BEAN UNDER NO-TILLAGE AND CONVENTIONAL TILLAGE**

To evaluate in the field, the responses of bean to nitrogen fertilization rates at sowing and topdressing, two experiments were carried out (no-tillage and conventional tillage), in raining season 2004/05. The experimental design was in randomized blocks with three replicates in a factorial scheme 4x4 encompassing 4 N rates at sowing (0, 40, 80 and 120 kg.ha<sup>-1</sup>) and 4 topdressing N rates (0, 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) at 20 DAE. Each plot was composed by four 5m-long rows, 0.5m apart from each other and a 16 seed.m<sup>-1</sup> density was used. Initial and final stand and grain yield were assessed. In both crop management systems, the increasing nitrogen fertilization rate at sowing reduced plant stand. In general, in no-tillage the response to N application at sowing was squared and the rate corresponding to maximum yield varied depending on the topdressing rates. In conventional tillage this response was linearly decreasing, as a function of the higher effect of N at sowing on final stand. The response to N topdressing application was squared in both crop management systems and higher responses to grain yield were observed with 40 kg.ha<sup>-1</sup> N rate at sowing.

**Key words:** Nitrogen, *Phaseolus vulgaris*, crop management systems

## INTRODUÇÃO

De maneira geral, as recomendações oficiais de adubação nitrogenada preconizam a aplicação de apenas uma fração da dose total no plantio, deixando o restante para aplicação em cobertura. Segundo Malavolta (1980), essa recomendação se deve à baixa exigência inicial de N pelas culturas anuais, ao efeito salino desse fertilizante sobre a semente e à possibilidade de perdas por lixiviação. No entanto, este último argumento tem a sua importância reduzida, em função de resultados como o de Urquiaga et al. (1984), os quais demonstraram que, ao final da cultura do feijoeiro, 86% do N do fertilizante (fonte sulfato de amônio) ainda se encontrava na camada de 0-45 cm de profundidade, em terra roxa estruturada.

Com relação ao parcelamento, Urben Filho et al. (1980), estudando doses (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) e modos de aplicação (aplicados totalmente em cobertura, todo no plantio ou 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura), não encontraram diferenças de produtividade entre os modos de aplicação, embora doses maiores de N aplicadas no plantio tenham influenciado negativamente no estande final. Já Araya et al. (1981) observaram resposta positiva do rendimento de grãos parcelando 1/2 no plantio e 1/2 em cobertura no período de 15 a 29 DAE. Araújo et al. (1994), estudando a época de aplicação do N em cobertura, concluíram ser vantajosa a aplicação parcelada e recomendaram a cobertura até aos 30 DAE. Khier et al. (1993), estudando o efeito de doses e modos de aplicação de uréia na produção do feijoeiro, observaram que a aplicação de uma só vez em cobertura conferiu as menores produções, enquanto que o fracionamento da dose em duas aplicações (no plantio e cobertura) bem como uma única aplicação no plantio foram os métodos efetivos. Nesse estudo, em Latossolo Vermelho Amarelo, a resposta máxima ocorreu com a dose de 66 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto, em Planossolo solódico, o rendimento aumentou até a dose máxima utilizada (90 kg ha<sup>-1</sup>).

Teixeira et al. (2000), trabalhando com doses de até 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, verificaram resposta linear da cv. Pérola na safra das águas, seca e inverno-primavera, no município de Lavras, MG. No ano seguinte, com as cultivares Carioca e Pérola, Rodrigues et al. (2002), testando doses de até 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, na presença de diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obtiveram resposta linear em duas safras e quadrática em outra, esta com máxima produtividade estimada com o uso de 108,6 kg ha<sup>-1</sup> de N (72,4 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e 36,2 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura). Estes resultados, principalmente as citadas respostas lineares, remetem à possibilidade de o feijoeiro responder a doses ainda superiores a 80-100 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura.

Santos et al. (2003), estudando os efeitos do parcelamento de N no feijoeiro, cvs. Rudá e Pérola cultivadas em várzeas (0, 40, 80, 120 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N: 1- dose total no plantio; 2- ½ na semeadura e ½ incorporado aos 20 DAE e 3- ½ na semeadura e ½ aos 20 DAE à lanço) concluíram que a aplicação de parte do N na semeadura e parte incorporada ao solo foi a mais eficaz.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta do feijoeiro a doses de nitrogênio por ocasião da semeadura e em cobertura, em sistema convencional e plantio direto, de forma a fornecer subsídios para recomendação de adubação mais racional e eficiente da cultura.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo constou de dois experimentos de campo, conduzidos em propriedade particular no município de São Vicente de Minas, em um Latossolo Vermelho Amarelo ácrico (Embrapa, 1999), na safra das águas 2004/2005. O primeiro deles foi instalado sob plantio direto e o outro sob sistema de plantio convencional.

Os valores resultantes da análise química de amostras de material dos solos, coletadas à profundidade de 0 a 20 cm, antes da semeadura do feijão, são apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Análise química de amostras dos solos utilizados (0 a 20 cm).  
UFLA, Lavras, MG, 2007.

<b>Características</b>	<b>Plantio direto</b>	<b>Plantio convencional</b>
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,9 AcM	5,5 AcM
P mg dm <sup>-3</sup> <sup>(1)</sup>	1,4 MBa	0,6 MBa
K mg dm <sup>-3</sup> <sup>(1)</sup>	27,0 Ba	23,0 Ba
Ca cmolc dm <sup>-3</sup> <sup>(2)</sup>	2,3 M	0,8 Ba
Mg cmolc dm <sup>-3</sup> <sup>(2)</sup>	0,7 M	0,2 Ba
Al cmolc dm <sup>-3</sup> <sup>(2)</sup>	0,0 MBa	0,0 MBa
S mg dm <sup>-3</sup> <sup>(3)</sup>	8,9 MB	4,5 M
M. O. dag kg <sup>-1</sup> <sup>(4)</sup>	1,5 Ba	1,6 Ba
Zn mg dm <sup>-3</sup> <sup>(1)</sup>	1,0 M	0,6 Ba
Fe mg dm <sup>-3</sup> <sup>(1)</sup>	34,6 B	36,6 B
Mn mg dm <sup>-3</sup> <sup>(1)</sup>	3,8 Ba	3,5 Ba
Cu mg dm <sup>-3</sup> <sup>(1)</sup>	7,7 A	3,0 A
B mg dm <sup>-3</sup> <sup>(5)</sup>	0,2 Ba	7,7 A

\* Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 5ª. aproximação (Ribeiro et al., 1999). <sup>(1)</sup> Extrator Mehlich, <sup>(2)</sup> Extrator KCl 1 N, <sup>(3)</sup> Extrator fosfato monocálcico em ácido acético, <sup>(4)</sup> Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 N, <sup>(5)</sup> Extrator água quente, AcM=acidez média, MBa=muito baixo, Ba=baixo, M=médio, B=bom, MB=muito bom, A=alto.

Foi utilizada a cultivar BRS-MG Talismã, desenvolvida pelo convênio UFLA/UFV/Epamig/Embrapa e recomendada para Minas Gerais. Apresenta grãos tipo carioca, crescimento indeterminado com guias longas (tipo III), porte prostrado, ciclo médio de 85 dias, resistência à raça alfa brasil (patótipo 89) de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e ao mosaico-comum (VMCF) e resistência intermediária à mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*) (Ramalho & Abreu, 2006).

Em plantio convencional, o preparo de solo constou de uma aração e uma gradagem, usualmente realizadas na propriedade. No plantio direto, os ensaios foram instalados sob palhada de milho, dessecada quinze dias antes do plantio, com 2,5 kg de Roundup WG® por hectare. Não foi realizada a correção do solo.

O delineamento estatístico utilizado em cada experimento foi blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x4, envolvendo quatro doses de N aplicadas na semeadura (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte uréia) e quatro doses de N aplicados em cobertura incorporada (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte uréia), aos 20 dias após emergência (DAE).

Todas as parcelas receberam idêntica adubação fosfatada e potássica, determinada por meio dos resultados de análise de solo e da sua interpretação segundo Chagas et al. (1999) (Tabela 1).

Em ambos os experimentos, a semeadura foi manual, adotando-se a densidade de 16 sementes por metro e parcelas de quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m, sendo a área útil constituída pelas duas linhas centrais.

Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região e os experimentos não receberam irrigação. Em cada experimento, foi avaliado o estande inicial e final, além do rendimento de grãos.

Os dados foram submetidos às análises de variância individual e conjunta, sendo os efeitos das doses de N estudadas por meio de análise de regressão, com ajuste de curvas representativas de acordo com as características avaliadas. A comparação entre as médias obtidas em plantio direto e convencional foi feita por meio do teste de Scott-Knott (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta dos dados apresentou efeito significativo de adubação nitrogenada de plantio (P) e da interação P x sistemas de plantio (S) sobre todas as características avaliadas. O estande inicial foi influenciado, ainda, pela interação P x adubação de cobertura (C). O rendimento de grãos foi influenciado por todas as fontes de variação, inclusive interações. Houve boa precisão experimental.

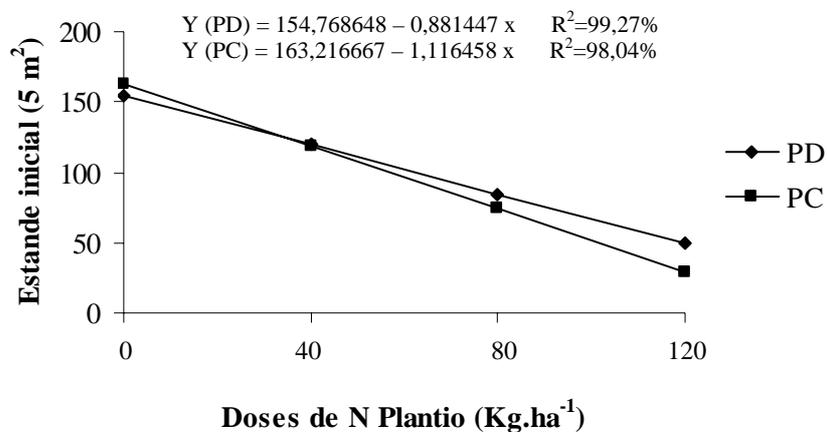
Nas doses mais baixas de N no plantio (0 e 40 kg.ha<sup>-1</sup>) não foram encontradas diferenças significativas de estande inicial entre os sistemas de plantio e as populações resultantes destes tratamentos situaram-se dentro das recomendações (Embrapa, 1982; Del Peloso, 1996). Entretanto, em doses mais altas (80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N), observa-se que houve maior estande no plantio direto (Figura 1), mostrando que, nesse sistema, o efeito salino do fertilizante sobre a germinação das sementes foi amenizado. A maior umidade, a maior imobilização do N no plantio direto (Stone & Moreira, 2000; Arf et al., 2004) e o maior teor de matéria orgânica podem ter influenciado, de maneira significativa, amenizando o efeito provocado pelo fertilizante.

O efeito da adubação de plantio sobre o estande inicial pode ser visto nas Figuras 1 e 2. O aumento das doses de N diminui o estande inicial, em ambos os sistemas de plantio, de forma linear. Nota-se, também, que, no sistema de plantio direto, essa queda é menos acentuada com relação ao plantio convencional. No plantio direto, para cada kg.ha<sup>-1</sup> de N aplicado, foi observada uma queda de quase 0,9 plantas por parcela, redução equivalente a cerca de 1.760 plantas.ha<sup>-1</sup> e, no convencional essa queda representou pouco mais de 1,1 planta por parcela, ou seja, cerca de 2.230 plantas.ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

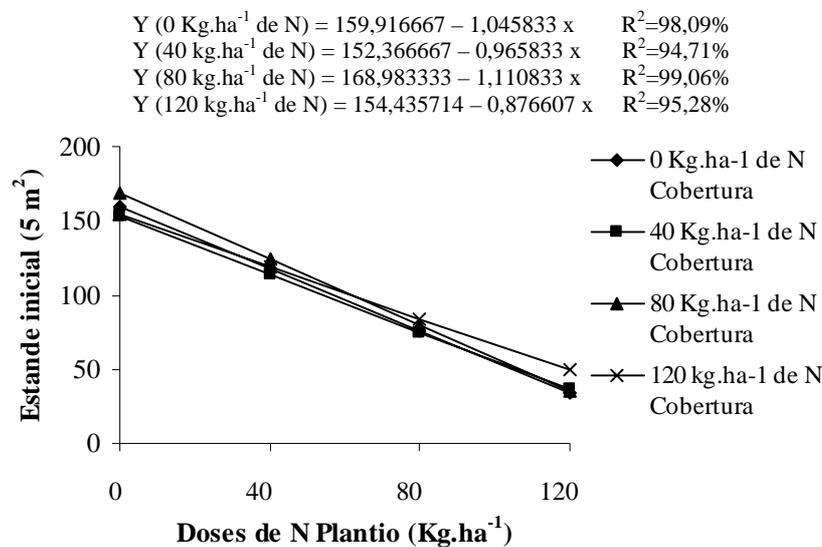
O mesmo efeito se observa em função da interação doses de N no plantio x N em cobertura (Figura 2). Em todas as doses de N em cobertura houve queda acentuada do número de plantas por parcela, com o incremento da dose de

plântio, registrando-se a mesma variação, de 0,9 (com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N ) a 1,1 planta (com 80 kg ha<sup>-1</sup> de N) por parcela. Mais uma vez, pode ser constatado o efeito salino do fertilizante nitrogenado já relatado por Silveira & Damasceno (1993) e que aqui se manifestou independente da dose de cobertura utilizada.

Esses resultados não deixam dúvidas, portanto, sobre o efeito negativo do aumento da dose de N em sementeira sobre o estande inicial e que, de acordo com vários autores, é consequência do efeito salino do fertilizante sobre a germinação das sementes (Silveira & Damasceno, 1993; Teixeira et al., 2000, Rodrigues et al., 2002; Kikuti et al., 2005). Observa-se, ainda, que, embora se trate de sementeira das águas, as chuvas ocorridas durante o período de estabelecimento da cultura não foram suficientes para amenizar aquele efeito da salinidade do fertilizante.



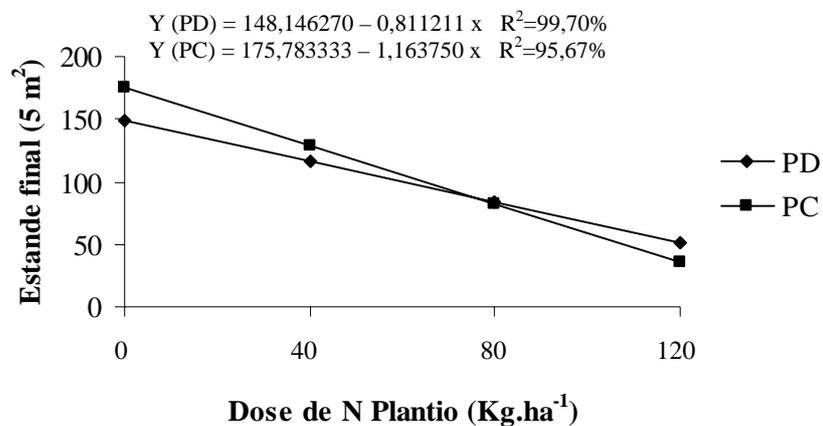
**Figura 1.** Estande inicial (5 m<sup>2</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e sistemas de plantio, em São Vicente de Minas, águas 2004/05. UFLA, Lavras, MG, 2007.



**Figura 2.** Estande inicial (5 m<sup>2</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Ao contrário do estande inicial, o estande final não diferiu entre os sistemas nas doses mais altas de N no plantio (80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N); entretanto, nas doses mais baixas (0 e 40 kg.ha<sup>-1</sup>), houve um maior número de plantas no plantio convencional (Figura 3).

Seguindo o mesmo comportamento do estande inicial, à medida que se aumentaram as doses de N no plantio, observou-se uma diminuição do estande final, tendo essa queda sido mais acentuada no plantio convencional (Figura 4). Esta redução resultou do efeito sobre o estande inicial e também foi encontrada por outros autores, como Rodrigues et al. (2002). Por outro lado, a proximidade dos valores de estande inicial e final significa que houve alta sobrevivência das plantas durante o ciclo da cultura.



**Figura 3.** Estande final (5 m<sup>2</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e sistemas de plantio, em São Vicente de Minas, águas 2004/05. UFLA, Lavras, MG, 2007.

De maneira geral, em todas as doses de N no plantio, os maiores rendimentos foram obtidos no sistema de plantio direto (Tabela 2), o que pode estar relacionado também à maior fertilidade do solo (Tabela 1). Além disso, a maior presença de alguns nutrientes, como N e K, na palhada e a absorção de P, favorecida pela maior umidade no plantio direto (Stone & Moreira, 2000; Vieira, 2006), podem ter contribuído para o maior rendimento de grãos.

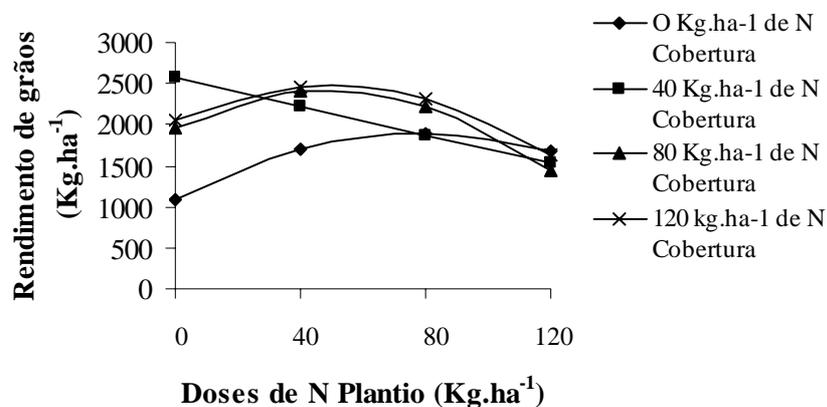
**TABELA 2.** Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã, em São Vicente de Minas, águas 2004/2005, em função de sistemas de plantio e doses de N em plantio e cobertura. UFLA, Lavras, 2007.

<b>Tratamentos</b>		<b>Média</b>
<b>N Plantio</b>	0	1376
	40	1524
	80	1219
	120	971
<b>N Cobertura</b>	0	1125
	40	1126
	80	1523
	120	1217
<b>Sistema de plantio</b>	PD	1939
	PC	605
<b>CV (%)</b>		29,04

O efeito da interação doses de N no plantio x cobertura sobre o rendimento de grãos, em plantio direto, pode ser observado na Figura 4. Nas doses de 80 e  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N em cobertura as maiores produtividades ( $2.418$  e  $2.469 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foram obtidas com doses de plantio bastante semelhantes ( $49$  e  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N, respectivamente). Já nas parcelas nas quais não se aplicou N em cobertura, o maior rendimento ( $1.861 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foi obtido com  $79 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N em plantio, resultado próximo ao de Valério (2002), quando isolou o efeito das doses de N no plantio na cv Pérola.

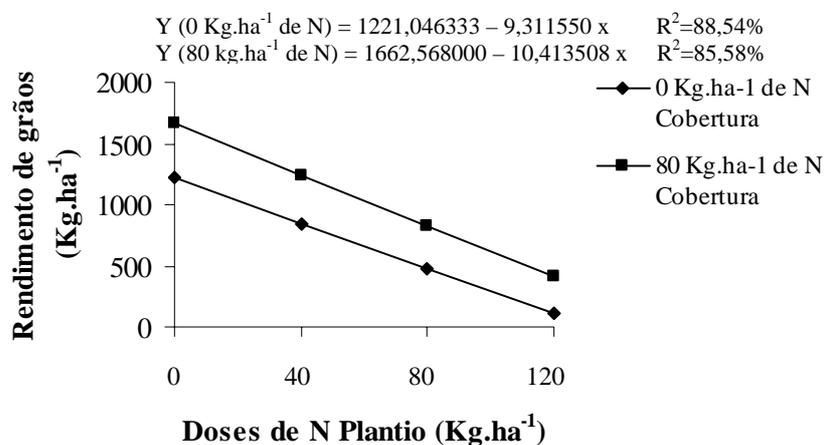
Na dose de  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N em cobertura houve resposta linear, com queda acentuada da produtividade à medida que se aumentaram as doses de N em plantio. Essa resposta linear permitiu prever um decréscimo de, aproximadamente,  $8,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grãos para cada kg de N aplicado em plantio. Este efeito, entretanto, foi discrepante do encontrado nas demais doses de N em cobertura e deve ser analisado com cautela.

$$\begin{aligned}
 Y (0 \text{ Kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 1090,570667 + 20,383642 x - 0,129832 x^2 & R^2 &= 97,61\% \\
 Y (40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 2570,849667 - 8,664967 x & R^2 &= 98,03\% \\
 Y (80 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 1960,409000 + 18,809017 x - 0,193185 x^2 & R^2 &= 97,95\% \\
 Y (120 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 2051,447917 + 16,802969 x - 0,169072 x^2 & R^2 &= 98,84\%
 \end{aligned}$$



**Figura 4.** Rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05, plantio direto. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Em plantio convencional, apenas na presença de 0 e 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura houve efeito significativo das doses de N no plantio (Figura 5). Esse comportamento, certamente resultante do efeito verificado sobre o estande, foi linear nas duas situações, com quedas de produtividade de 9,3 a 10,4 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos para cada kg de N no plantio.



**Figura 5.** Rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05, plantio convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

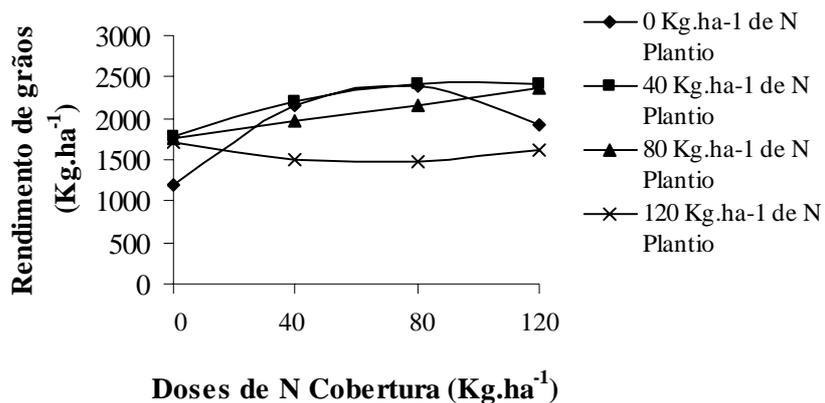
No plantio direto, portanto, houve pontos de máxima produtividade (Figura 4), fato não observado em plantio convencional, que apresentou efeito linear decrescente (Figura 5). A maior umidade no plantio direto pode ter amenizado o efeito salino do fertilizante, associado à maior quantidade de nutrientes na palhada, como N e K, facilitando o arranque inicial da cultura, promovendo maior sobrevivência de plantas e, conseqüentemente, maiores produtividades. Segundo Rosolem (1996), condições de resposta ao N estão relacionadas com o solo do local de semeadura, além da cultura anterior e do teor de matéria orgânica, dentre outros fatores.

O efeito das doses de N em cobertura dentro de cada dose de N, no plantio no sistema plantio direto, pode ser observado na Figura 6. Em todas as doses de plantio houve efeito significativo da cobertura, entretanto, na dose de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N no plantio, esse efeito foi menor, apresentando uma

produtividade média de 1.217 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos. Nas doses 0 e 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N no plantio, houve efeito quadrático das doses em cobertura, com resultados bastante semelhantes, principalmente no que diz respeito à produtividade máxima alcançada (2.404 e 2.435 kg.ha<sup>-1</sup>). As doses de N em cobertura correspondentes, 73 e 101 kg.ha<sup>-1</sup>, mostraram-se bastante inferiores às encontradas por Meira et al. (2005), também em plantio direto, mas com produtividades superiores às do presente trabalho. Na dose de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N no plantio houve comportamento linear das doses de cobertura, com elevação da produtividade à medida que se aumentou as doses de N em cobertura. Para cada kg de N aplicado em cobertura houve um aumento de 5,0 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos, resultado este bastante semelhante ao encontrado por Buzetti et al. (1992) com a cv. Carioca.

Em plantio convencional, não houve efeito significativo da cobertura na ausência de aplicação de N em plantio (Figura 7). Nas demais doses de plantio houve comportamento quadrático, tendo, na presença de 40 ou 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N em plantio, a máxima produtividade sido alcançada com doses bastante semelhantes (48 e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, respectivamente). Na dose 40 kg de N no plantio, o maior rendimento foi cerca de duas vezes maior que o alcançado com 120 kg.ha<sup>-1</sup>, o que pode ser explicado pelo menor estande nesta última dose, resultante do efeito salino do fertilizante nitrogenado sobre a germinação das sementes. A dose de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N no plantio teve comportamento diferenciado das demais, com aumento do rendimento nas maiores doses de cobertura. De acordo com estes últimos resultados, a dose de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N no plantio, associada a 48 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, teria proporcionado os melhores resultados (Figura 7), com menor dose total de adubo nitrogenado.

$$\begin{aligned}
 Y (0 \text{ Kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 1206,385500 + 32,643888 x - 0,222451 x^2 & R^2 &= 67,88\% \\
 Y (40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 1785,985830 + 12,907685 x - 0,064157 x^2 & R^2 &= 95,37\% \\
 Y (80 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 1759,097667 + 5,046650 x & R^2 &= 79,08\% \\
 Y (120 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) &= 1709,026333 - 7,055842 x + 0,051674 x^2 & R^2 &= 78,85\%
 \end{aligned}$$

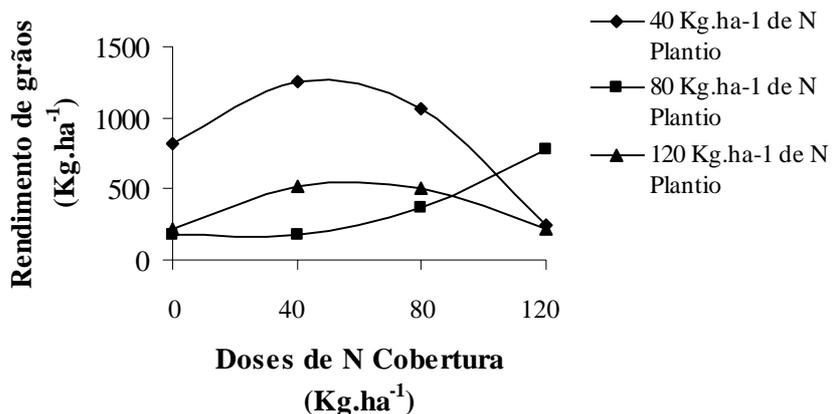


**Figura 6.** Rendimento de grãos ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05, plantio direto. UFLA, Lavras, MG, 2007.

$$Y (40 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) = 818,308833 + 18,909762 x - 0,197435 x^2 \quad R^2=84,01\%$$

$$Y (80 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) = 180,457333 - 2,694858 x + 0,063834 x^2 \quad R^2=84,62\%$$

$$Y (120 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de N}) = 222,409000 + 10,908142 x - 0,091236 x^2 \quad R^2=80,06\%$$



**Figura 7.** Rendimento de grãos ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) do feijoeiro cv. Talismã, em função de doses de N no plantio e cobertura, em São Vicente de Minas, águas 2004/05, plantio convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

## CONCLUSÕES

Em ambos os sistemas de plantio, o incremento do fertilizante nitrogenado de plantio reduziu o estande de plantas.

De maneira geral, no plantio direto, a resposta à aplicação de N no plantio foi quadrática e a dose correspondente à máxima produtividade variou com as doses de cobertura. No plantio convencional, essa resposta foi linear decrescente, devido ao maior efeito do N de plantio sobre o estande.

A resposta à aplicação de N em cobertura foi quadrática, em ambos os sistemas de plantio e as maiores respostas do rendimento de grãos foram observadas com o emprego da dose de  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N no plantio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA, V. R.; VIEIRA, C.; MONTEIRO, A. A. T.; CARDOSO, A. A.;  
BRUNE, W. Adubação nitrogenada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)  
na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 28, 156, p. 134-  
149, mar./abr. 1981.
- ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G. V. Efeito da época de  
aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão no  
período de outono-inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 442-450,  
jul./ago. 1994.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO,  
V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa  
Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, fev. 2004.
- BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; GUERREIRO NETO,  
G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro  
(*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura  
Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 1, p. 11-19, 1992.
- CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.;  
JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R.  
M. Q.; RIBEIRO, A. C. Feijão. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO  
DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos  
e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 306-  
309.

DEL PELOSO, M. J. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 517-584.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Recomendações técnicas para a cultura de feijão com irrigação suplementar**. Goiânia, 1982. 21 p. (Circular Técnica, 12)

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

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. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

KHIEL, J. C.; SILVEIRA, R. I.; BRITO NTO, J. Rates and methods of applying urea to common beans. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 254-260, jun./set. 1993.

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.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 383-388, abr. 2005.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 206. p. 415-436.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 356 p.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G., MORAIS, A. R.; REZENDE, P. M. População de plantas e rendimento de grãos do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1218-1227, nov./dez. 2002.

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

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, nov. 2003.

SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, nov. 1993

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos dos sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, abr. 2000.

TEIXEIRA, I. R.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; CORRÊA, J. B. D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 399-408, abr./jun. 2000.

URBEN FILHO, G.; CARDOSO, A. A.; VIEIRA, C.; FONTES, L. A. N.; THIÉBAUT, J. T. L. Doses e modos de aplicação do adubo nitrogenado na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 151, p. 302-312, maio/jun. 1980.

URQUIAGA, C. S.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K.; MORAES, S. O.; VICTORIA, R. L. Variação do nitrogênio nativo e do proveniente do fertilizante, em terra roxa estruturada, durante o desenvolvimento de uma cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 223-227, maio/ago. 1984.

VALÉRIO, C. R. **Resposta do feijoeiro comum ao nitrogênio no plantio, em cobertura e em diferentes safras**. 2002. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, N. M. B. **Crescimento e Marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS-MG Talismã e Ouro Negro, em plantio direto e convencional**. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.