

## FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE GRÃOS DO FEIJOEIRO COMUM

Susiane de Moura Cardoso dos Santos<sup>1</sup>; Dirceu Maximino Fernandes<sup>2</sup> e João Arthur Antonangelo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul- UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia. Rodovia MS 306 Km 6. Cassilândia-MS. E-mail: susianemoura@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA, Departamento de Solos e Recursos Ambientais, Campus de Botucatu. Rua José Barbosa de Barros, n.º 1780, CEP: 18610-307, Bairro Jardim Paraíso, Botucatu, SP. E-mail: dmfernandes@fca.unesp.br

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Departamento de Ciência do Solo. Avenida Pádua Dias, n.º 11, CEP: 13418-900, Bairro São Dimas, Piracicaba, SP. E-mail: joaoantonangelo@usp.br

*RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das fontes e doses de nitrogênio (N) na nutrição e produção do feijoeiro comum, bem como na qualidade dos grãos produzidos. O experimento foi conduzido em um túnel plástico, utilizando-se vasos com capacidade de 40 litros de solo. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de três níveis de N adicionados em cobertura aos 10, 20 e 30 DAE do feijoeiro via solo (100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup>), e cinco fontes de N (uréia, sulfato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e fertilizante organomineral: coproduto do glutamato monossódico), além de uma testemunha, sem adubação nitrogenada em cobertura. As diferentes fontes de N utilizadas modificaram os teores de Ca, Mg, Cu, Mn e Zn e o aumento das doses de N promoveu incremento nos teores de Ca, Mg, B, Cu e Mn. Grãos de feijão comum oriundos de plantas bem nutridas e adubadas com N em cobertura, apresentaram grãos maiores e com maior teor de proteína.*

*PALAVRAS-CHAVE: Phaseolus vulgaris L., Adubação, Nitrogênio, Clorofilog.*

### SOURCES AND RATES OF NITROGEN FERTILIZER IN THE NUTRITION, YIELD AND QUALITY OF COMMON BEAN CROP

*ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of sources and rates of nitrogen nutrition and yield of common bean, as well as the quality of the grain produced. The experiment has been conducted in a plastic tunnel, using vessels with a capacity of 40 liters of soil. The experimental design was a randomized block design with sixteen treatments and five replications. The treatments consisted of three levels of N added in top-dressing (100, 200 and 300 mg dm<sup>-3</sup>) and five N sources (urea, ammonium sulphate, calcium nitrate, ammonium nitrate and biofertilizer: co-product of monosodium glutamate), and a control, without top-dressing nitrogen application. The different nitrogen sources have changed the Ca, Mg, Mn and Zn contents, and increased doses of N has increased the Ca, Mg, B, Cu and Mn contents. Bean grains from well-nourished plants and fertilized with nitrogen have been shown a higher size of grain as well as higher protein content.*

*KEY WORDS: Phaseolus vulgaris L., Fertilization, Nitrogen, Clorofilog.*

## INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de justificada importância na economia brasileira e, sob o ponto de vista nutricional, o feijão comum apresenta valores significativos de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais, além de baixo conteúdo de gordura e de colesterol, por isso ele é considerado de alta qualidade nutricional e funcional, o que torna o seu consumo vantajoso. Sendo um alimento de origem vegetal, é considerado um substituto da proteína animal por possuir baixo teor de gordura e sódio, não conter nenhum colesterol e apresenta maior teor de fibra alimentar quando comparado aos cereais (trigo, arroz e milho) e à várias hortaliças (Paula, 2004; Londero et al., 2008).

O nitrogênio (N) é o nutriente mais absorvido e extraído pelo feijoeiro comum, uma vez que é componente essencial para a síntese proteica e influencia significativamente a produtividade de grãos. Devido ao alto custo dos fertilizantes nitrogenados e as perdas deste nutriente pelo solo, o que contribui para a poluição ambiental, torna-se de grande interesse a busca de técnicas que possam maximizar o uso desse nutriente (Silva, 2006). Por ser um elemento de alta mobilidade no sistema solo-planta-atmosfera, pode ser perdido facilmente por volatilização e/ou lixiviação e, além disso, os adubos nitrogenados têm baixa eficiência e alto custo de síntese, o que permite considerar que sua utilização sem critério, além de elevar o custo do produto final, pode contaminar o ambiente.

Como o N é constituinte da molécula de clorofila, geralmente existe alta correlação entre o seu teor e o teor de clorofila nas folhas do feijoeiro. Dessa forma, vários autores têm relatado a viabilidade de se utilizar a avaliação indireta de clorofila como indicativo do estado nutricional em relação ao N (Furlani Junior et al., 1996; Carvalho et al., 2003; Silveira et al., 2003). O manejo da adubação nitrogenada é de extrema importância, visto ser o N o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura e de grande influência na produtividade de grãos. Visando o fortalecimento da cadeia produtiva do feijão comum, torna-se cada vez mais importante a necessidade de técnicas agrônomicas objetivando ganhos em produtividade de grãos, mas também a obtenção de um produto com características tecnológicas desejáveis.

Em sua composição, o Ajifer apresenta 3% de nitrogênio amoniacal, 2% de nitrogênio orgânico e 4% de enxofre. Esse resíduo é obtido a partir do processo industrial de fermentação glutâmica do melaço de cana-de-açúcar. Após fermentação, os cristais são separados do líquido final, que volta para a lavoura como resíduo orgânico, rico em nitrogênio e outros nutrientes (Costa, 2001).

Objetivou-se avaliar o efeito das fontes e doses de N na nutrição e produção do feijoeiro comum, bem como na qualidade dos grãos produzidos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado e conduzido dentro de um túnel plástico. O solo utilizado foi retirado da camada arável (0,2 m de profundidade) de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Led), segundo Carvalho et al. (1983), coletado na Fazenda Experimental Lageado, em uma gleba denominada “Patrulha”.

Após a retirada do solo, coletaram-se amostras simples que, posteriormente, foram misturadas formando uma amostra composta, a qual foi encaminhada ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização química do solo (2010)

pH	MO	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	.....mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....					%
4	20	4	77	0,8	9	3	89	14

A calagem foi realizada com base no método do cálculo de saturação por bases (V%), com intuito de elevar a saturação do solo utilizado a 70%, sendo o necessário para o desenvolvimento da cultura do feijoeiro comum, segundo o Boletim Técnico nº 100 (Raij et al., 1997). Com base nestas informações a correção do solo foi realizada aplicando-se 104 g de calcário (PRNT = 96%) por vaso. A incorporação do calcário ao solo foi realizada com auxílio de uma betoneira. Na adubação de plantio não se aplicou N, apenas 300 e 40 mg vaso<sup>-1</sup> de P e, respectivamente.

No dia 24/02/2010 foi realizada a semeadura do cultivar IAC-Alvorada. Antes de serem semeadas, as sementes foram tratadas com Carboxina+Tiram 200 g L<sup>-1</sup>, fungicida sistêmico. Foram semeadas dez sementes de feijão comum em cada vaso, com uma profundidade média de 2 cm, cada. A emergência de plântulas ocorreu no dia 28/02/10. No quinto dia após a emergência (DAE) realizou-se o desbaste, deixando apenas seis plantas por vaso, as quais serviram para avaliação dos parâmetros estudados.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por: cinco fontes de N (uréia - 45% de N, sulfato de amônio - 20% de N, nitrato de cálcio - 20% de N, nitrato amônio - 32% de N e Ajifer (fertilizante organomineral: coproduto do glutamato monossódico - 4% de N), três

doses de adubação nitrogenada (100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup> aplicados em cobertura aos 10, 20 e 30 DAE) e tratamento testemunha (sem aplicação de N). Foram utilizados, como parcela experimental, vasos de cimento amianto retangulares com capacidade para 40 litros de solo, totalizando 80 vasos.

Por ocasião do florescimento pleno, determinado pelo tempo, em dias, compreendido entre a emergência de plântulas e a presença de pelo menos uma flor aberta em 50% das plantas, o qual ocorreu aos 40 DAE, foram coletadas a primeira folha trifoliolada totalmente desenvolvida, de cinco plantas por vaso. O rendimento de grãos por planta foi determinado pela relação entre a massa total dos grãos e o número de plantas presentes em cada vaso. O teor de proteína bruta (PB%) foi determinado pela fórmula  $PB = N \text{ total} \times 6,25$ , em que o N total é o teor de nitrogênio nos grãos, obtido na digestão sulfúrica, de acordo com Sarruge e Haag (1974). Para determinar a capacidade de hidratação dos grãos, amostras de 30 g foram colocadas em 80 ml de água destilada por 12 h. Nas primeiras quatro horas, o volume de água foi determinado a cada 30 minutos, e nas oito horas restantes, a cada hora. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. Por meio da diferença entre o peso final e o peso inicial, obteve-se a quantidade de água absorvida na amostra (Silva, 2006).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR versão 4.2 (Ferreira, 2003). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x3 com 5 repetições. Nos casos em que houve significância do teste F para o fator fonte, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e, quando houve significância para dose, as médias foram comparadas através de ajuste de regressão linear ou quadrática.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de macronutrientes, N, P, K, Ca, Mg e S, encontrados nas folhas do feijoeiro comum (Tabela 2), nos diferentes tratamentos, estão dentro da faixa considerada adequada segundo Raij et al. (1997): 30-50 g kg<sup>-1</sup>, 2,5-4,0 g kg<sup>-1</sup>, 20-24 g kg<sup>-1</sup>, 10-25 g kg<sup>-1</sup>, 2,5-5,0 g kg<sup>-1</sup> e 2,0-3,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Mesmo na testemunha, sem aplicação de N, o teor de N nas folhas esteve dentro da faixa adequada, possivelmente devido à fixação simbiótica com bactérias nativas fixadoras de N, somado ao N proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo (Binotti, 2009).

Através da análise de variância nota-se que os teores médios de Ca e Mg, nas folhas, apresentaram diferença significativa tanto para as doses de N aplicadas no solo quanto para as

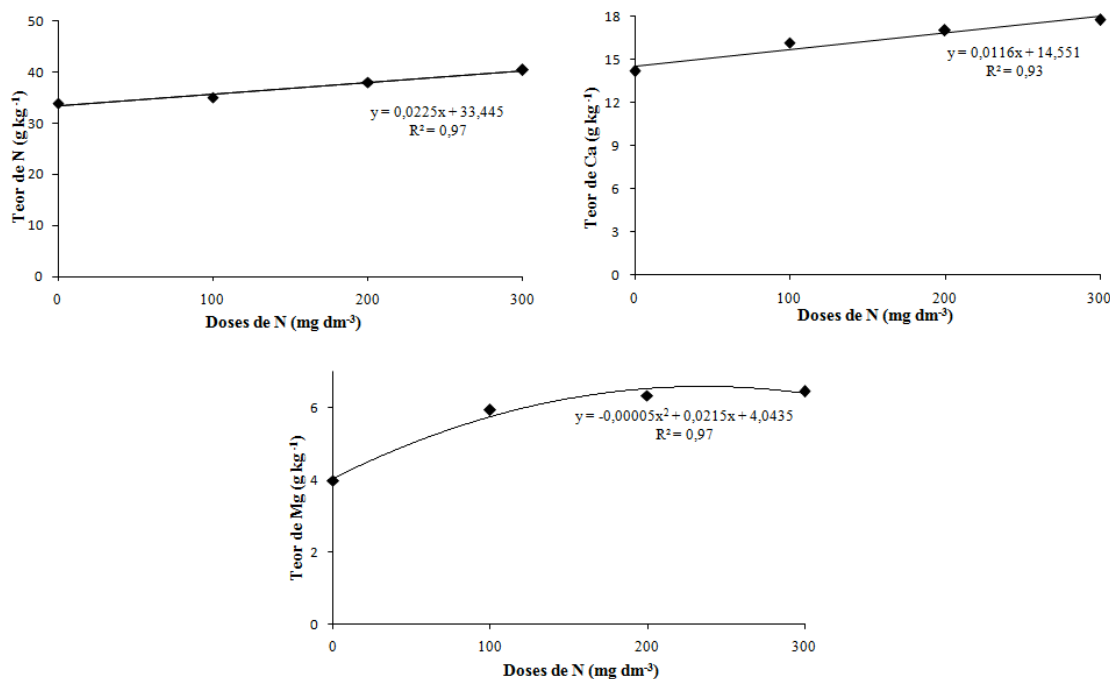
fontes de N utilizadas, mas não demonstrou efeito de interação entre os mesmos (Tabela 2). O P e S demonstraram efeito significativo para interação entre fonte e doses de N.

**Tabela 2** - Teores médios de macronutrientes em folhas de feijoeiro comum cv. IAC Alvorada em função das fontes e doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010

Fontes	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
U <sup>(1)</sup>	36,69	3,73	15,22	16,73ab	6ab	2,01
S.A <sup>(2)</sup>	37,49	3,57	15,12	15,22bc	4,93bc	1,93
N.C <sup>(3)</sup>	34,06	3,91	14,66	17,41a	5,7abc	1,92
N.A <sup>(4)</sup>	38,08	3,73	15,42	17,09ab	6,17a	1,89
A <sup>(5)</sup>	37,77	3,50	16,91	14,97c	4,69c	1,86
<b>Doses</b>						
0	33,89	3,87	17,02	14,18	3,98	1,86
100	35,00	3,87	15,03	16,18	5,93	1,93
200	38,00	3,60	14,86	17,03	6,33	1,91
300	40,39	3,42	14,94	17,75	6,45	1,99
<b>Regressão</b>	L <sup>(6)</sup>	L <sup>(7)</sup>	L <sup>(8)</sup>	L <sup>(9)</sup>	Q <sup>(10)</sup>	Ns
<b>CV(%)</b>	12,33	19,29	23,45	14,07	22,43	10,95
<b>Interação FxD</b>	ns	*	ns	ns	ns	*

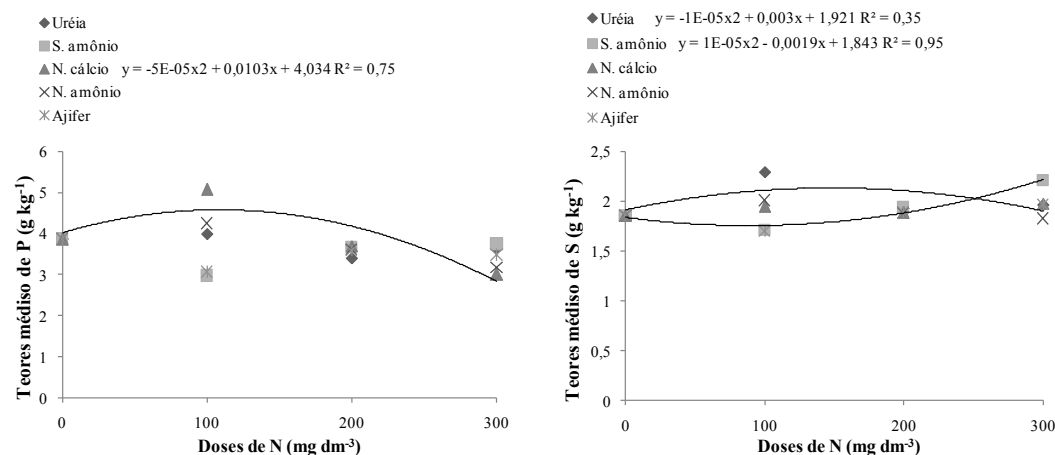
<sup>(1)</sup>Uréia; <sup>(2)</sup>Sulfato de amônio; <sup>(3)</sup>Nitrato de cálcio; <sup>(4)</sup>Nitrato de amônio; <sup>(5)</sup>Ajifer. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator fonte, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. <sup>(6)</sup>  $y = 0,02257x + 33,445$   $R^2 = 97\%*$ ; <sup>(7)</sup>  $y = -0,0000002x^2 + 0,0001x + 0,0595$   $R^2 = 98\%*$ ; <sup>(8)</sup>  $y = -0,0064x + 16,424$   $R^2 = 63\%$ ; <sup>(9)</sup>  $y = 0,0116x + 14551$   $R^2 = 93\%$ ; <sup>(10)</sup>  $y = -0,00005x^2 + 0,0215x + 4,0435$   $R^2 = 97\%$ . ns e \* são não-significativos e significativos a 5% de probabilidade, respectivamente. L e Q = regressão linear e quadrática, respectivamente.

Com o aumento crescente das doses de N (0, 100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup>) houve também aumento nos teores médios dos nutrientes N, Ca e Mg, concordando com Kikuti et al. (2006), que demonstrou que, à medida que se aumentou a dose de N, obteve-se aumento nos teores foliares de N e Mg, concluindo que as doses de N influenciam nos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro comum, mas não resultam em alterações muito expressivas, pois os valores permanecem dentro das faixas consideradas adequadas. Para os teores médios de N e Ca nas folhas, em função das doses de N aplicadas no solo, estes ajustaram-se à regressão linear. Assim como Rodrigues (2001), em estudo de adubação utilizando uréia como fonte de N, em duas cultivares de feijão comum, o presente trabalho obteve resposta linear nos teores de N (Figura 1). O aumento nos teores de Mg em função das doses crescentes de N ajustou-se à equação quadrática, semelhante aos resultados observados por Teixeira (1998).



**Figura 1** - Teor médio de N, Ca e Mg ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada em função das doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010.

Para os teores de S nas folhas do feijoeiro comum, o N aplicado nas formas de uréia e sulfato de amônio apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) entre as doses de N aplicadas. A fonte de N na forma de sulfato de amônio ajustou-se à regressão quadrática crescente, tendo o maior teor de S na dose de  $300 \text{ mg dm}^{-3}$ . Na dose de  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ , o maior teor de S foi promovido pela aplicação de N na forma de uréia (Figura 2). Porém, na dose de  $300 \text{ mg dm}^{-3}$ , o sulfato de amônio se destacou no teor de S. Tal efeito pode estar relacionado ao fato dessa fonte possuir cerca de 22% de S em sua composição, aumentando assim a quantidade de S disponível no solo, esse aumento é de grande importância uma vez que o feijoeiro comum exige quantidades elevadas de S para o seu desenvolvimento, pois o nutriente, além de estar envolvido em processos enzimáticos e em reações de oxirredução, é um constituinte dos aminoácidos cisteína e metionina (Marschner, 1995).



**Figura 2** - Teor médio de P e S, ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada em função das doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010.

Assim como para os macronutrientes, os micronutrientes, B, Cu, Fe, Mn e Zn, estiveram dentro da faixa considerada adequada por Raij et al. (1997),  $15\text{-}26 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $4\text{-}20 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $40\text{-}140 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $15\text{-}100 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $18\text{-}50 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 3), com exceção ao zinco, que apresentou valores abaixo do adequado.

Os micronutrientes Cu, Mn e Zn apresentaram diferença significativa para fontes de N utilizadas. Para as doses de N, o B, Cu e Mn demonstraram efeito significativo, e apenas o Cu e Zn tiveram efeito da interação entre fontes e doses de N aplicados no solo (Tabela 3).

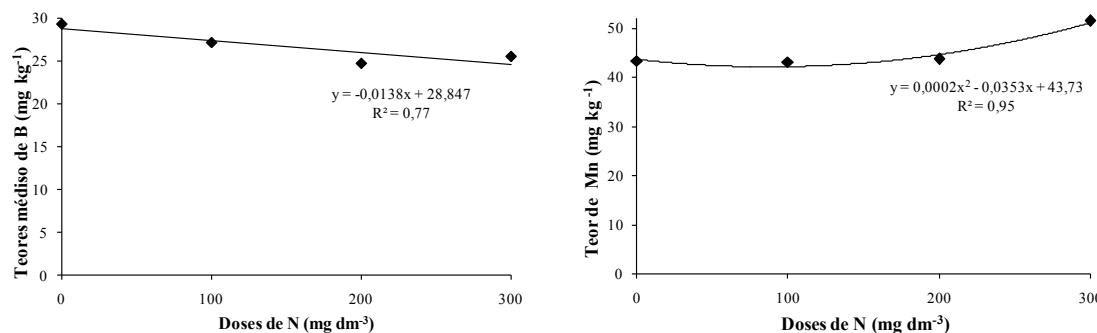
**Tabela 3** - Teores médios de micronutrientes em folhas de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada em função das doses e fontes de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010

Fontes	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$\text{mg kg}^{-1}$				
U	26,84	4,20ab	89,35	44,25ab	11,30b
S.A	27,31	4,90a	86,30	49,65	14,35a
N.C	26,73	5,15a	83,00	39,50b	11,05b
N.A	25,75	4,85ab	93,00	43,85ab	12,95ab
A	27,24	4,15c	83,60	50,10a	13,45ab
<b>Doses</b>					
0	29,40	4,80	82,20	43,40	13,00
100	27,26	5,12	85,04	43,20	11,84
200	24,83	4,48	94,96	43,72	12,56
300	25,60	4,20	86,00	51,56	13,08
<b>Regressão</b>	L <sup>(6)</sup>	*	ns	Q <sup>(7)</sup>	ns
<b>CV(%)</b>	18,93	16,46	26,77	22,63	26,57
<b>Interação FxD</b>	ns	*	ns	ns	*

<sup>(1)</sup>Uréia; <sup>(2)</sup>Sulfato de amônio; <sup>(3)</sup>Nitrato de cálcio; <sup>(4)</sup>Nitrato de amônio; <sup>(5)</sup>Ajifer. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator fonte, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. <sup>(6)</sup>y = -

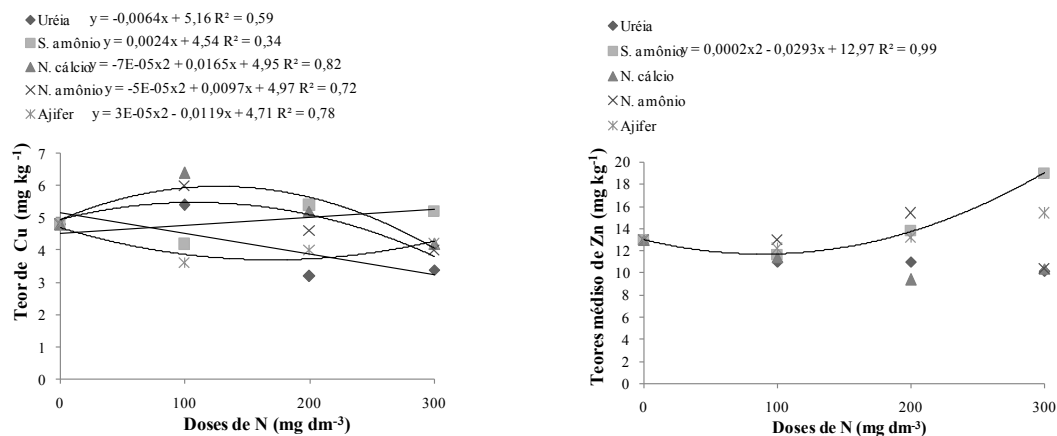
$0,0138x + 28,847$   $R^2 = 77\%$ ;  $(7)y = 0,0002x^2 + 0,0353x + 43,73$   $R^2 = 95\%$ . ns e \* são não-significativos e significativos a 5% de probabilidade, respectivamente. L e Q = regressão linear e quadrática, respectivamente.

Os valores médios de B nas folhas de feijão comum ajustaram-se à equação linear de forma decrescente em função das doses de N, ou seja, quanto maior a dose de N menor a quantidade de B nas folhas. Já os valores de Mn ajustaram-se à equação quadrática, obtendo-se o maior valor com dose máxima de N utilizada (Figura 3).



**Figura 3** - Teor médio de B e Mn, ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada em função das fontes e doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010.

Dentre as fontes de N utilizadas apenas o sulfato de amônio promoveu aumento nos teores de Zn em função das doses, obtendo-se o maior valor na dose de  $300 \text{ mg dm}^{-3}$  e ajustando-se à uma equação quadrática (Figura 4). Já, quando se observa as doses em função das fontes, há diferença significativa nas doses de 200 e  $300 \text{ mg dm}^{-3}$  de N. Na dose de  $200 \text{ mg dm}^{-3}$  de N, a fonte que promoveu o aumento mais significativo foi o nitrato de amônio e, na dose de  $300 \text{ mg dm}^{-3}$ , foi o N na forma de sulfato de amônio que promoveu o maior teor de Zn nas folhas.



**Figura 4** - Teor médio de Cu e Zn, ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada em função das fontes e doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010.



Na cultura do feijão comum, a produtividade de grãos é altamente correlacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de grãos. Dependendo das condições e do manejo, alguns componentes da produção podem aumentar e outros diminuir, facilitando a manutenção da estabilidade da produtividade de grãos. As doses de N aplicadas no solo apresentaram efeito significativo para todos os componentes de produção, porém nenhum deles foram influenciados pela fonte de N utilizada ou pela interação entre fonte e dose (Tabela 4).

**Tabela 4** - Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e rendimento de grãos por planta (RGP) de feijoeiro comum cv. IAC Alvorada em função das fontes e doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010

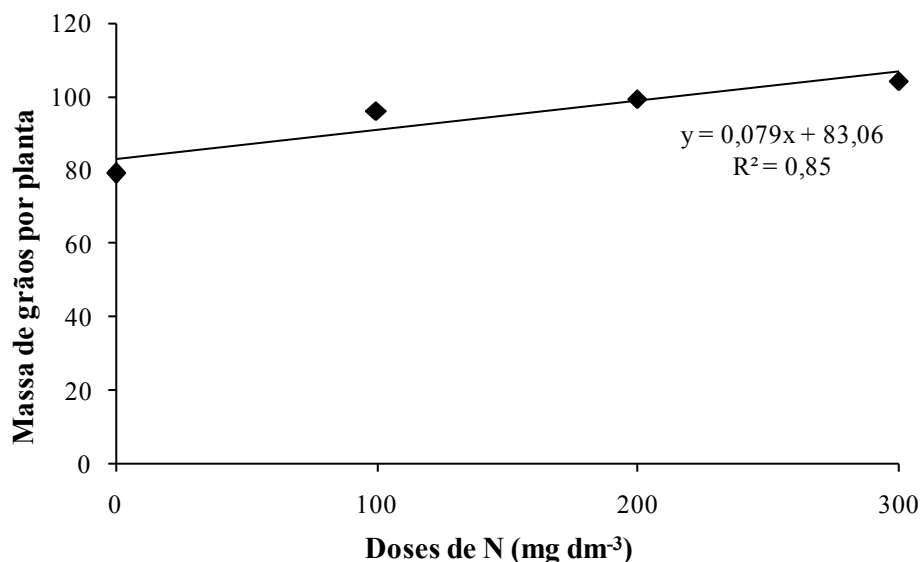
<b>Fontes</b>	NVP	NGV	NGP	M100	RGP
<b>U</b>	9,79	4,61	45,22	34,41	93,33
<b>S.A</b>	9,08	4,83	44,17	34,57	92,06
<b>N.C</b>	9,54	4,66	44,52	35,24	94,67
<b>N.A</b>	9,39	4,73	44,5	35,13	94,89
<b>A</b>	9,94	4,81	48,23	34,28	99,89
<b>Doses</b>					
<b>0</b>	8,5	4,52	39,23	32,51	79,15
<b>100</b>	9,79	4,76	46,42	34,98	96,47
<b>200</b>	9,83	4,8	46,97	35,46	99,74
<b>300</b>	10,08	4,84	48,62	35,96	104,52
<b>Regressão</b>	L <sup>(6)</sup>	L <sup>(7)</sup>	L <sup>(8)</sup>	L <sup>(9)</sup>	L <sup>(10)</sup>
<b>CV(%)</b>	22,38	9,53	23,15	8,46	23,81
<b>Interação FxD</b>	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>(1)</sup>Uréia; <sup>(2)</sup>Sulfato de amônio; <sup>(3)</sup>Nitrato de cálcio; <sup>(4)</sup>Nitrato de amônio; <sup>(5)</sup>Ajifer. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator fonte, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. <sup>(6)</sup>y = 0,0048x + 8,82 R<sup>2</sup> = 75%; <sup>(7)</sup>y = 0,001x + 4,58 R<sup>2</sup> = 80%; <sup>(8)</sup>y = 0,0287x + 41 R<sup>2</sup> = 79%; <sup>(9)</sup>y = 0,0108x + 33,10 R<sup>2</sup> = 83%; <sup>(10)</sup>y = 0,0794x + 83,06 R<sup>2</sup> = 85%. ns e \* são não-significativos e significativos a 5% de probabilidade, respectivamente. L e Q = regressão linear e quadrática, respectivamente.

Doses crescentes de N proporcionaram aumento linear no número de vagens por planta, concordando com resultados encontrados por Chidi et al. (2002). Silva (2010) também observou que o aumento de N em cobertura propicia aumento do número de vagens por planta. Soratto et al. (2001) também constataram aumento no número de vagens por planta do feijoeiro comum cultivado em sistema semeadura direta (SSD), considerando a aplicação de N em cobertura, independentemente da época de aplicação, até os 35 DAE.

A massa de grãos por planta foi influenciada (P<0,05) pelas doses de N utilizadas, ajustando-se à uma equação linear crescente (Figura 5). Os resultados do presente trabalho

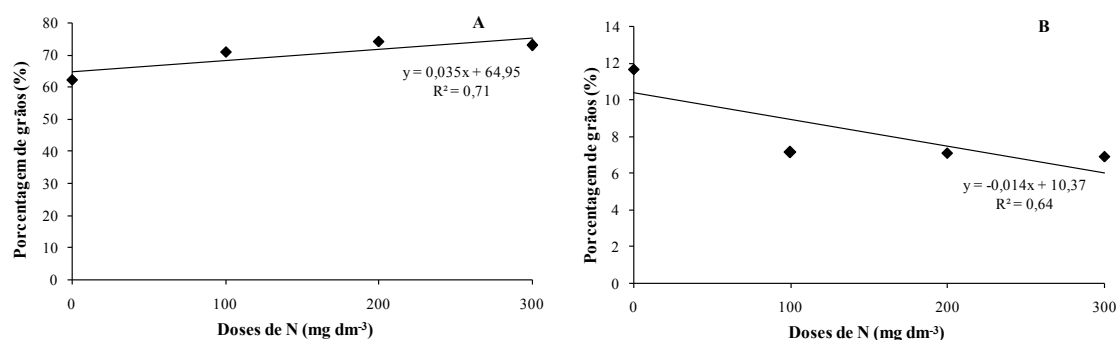
concordam com os obtidos por Alvarez et al. (2005), os quais verificaram que a aplicação de adubo nitrogenado no feijoeiro comum apresentou efeito positivo sobre o rendimento de grãos.



**Figura 5** - Massa de grãos por planta de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada, em função das doses de N aplicados no solo. Botucatu/SP, 2010.

A elevação no rendimento de grãos do feijoeiro comum indicou que, durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, o N fornecido, juntamente com os nutrientes contidos no solo, possivelmente supriram eficientemente suas necessidades nutricionais, permitindo inferir que o efeito positivo da aplicação das fontes e das doses de N foi devido ao suprimento de nutrientes de forma equilibrada nas doses responsáveis pelas produções máximas, conferindo à cultura a capacidade máxima de produção, induzida pela constituição genética e pela condição do experimento (Oliveira, 2003).

Em condições normais de nutrição pode-se obter grãos maiores, mais uniformes, com menor incidência de pragas e doenças, dentre as condições climáticas predominantes (Sá, 1994). Assim, as diferentes doses de N aplicados nos tratamentos alteraram significativamente a porcentagem dos grãos de feijoeiro comum retidos nas peneiras 14 e 12. Enquanto a porcentagem dos grãos na peneira 14 aumentou linearmente com o aumento da dose de N aplicada via solo, a porcentagem dos grãos na peneira 12 diminuiu, mostrando um aumento no tamanho dos grãos, com o aumento da dose (Figura 6). O tamanho e a uniformidade dos grãos aumentaram com as doses de N aplicadas, tendo mais 60% dos grãos retidos na peneira 14. A porcentagem de grãos retidos no fundo não apresentou diferença significativa em função das doses de N., bem como as diferentes fontes de N aplicadas no solo não foram significativas.



**Figura 6** - Porcentagem dos grãos de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada retidos nas peneiras 14(A), 12(B), em função de doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010.

O N, por participar da composição dos aminoácidos, desempenha um efeito direto no teor de proteínas dos grãos. Sendo assim, o teor de proteína presente nos grãos de feijão comum apresentou efeito ( $P < 0,05$ ) para as doses de N aplicadas (Tabela 5), concordando com Patroni (2002), que observou maior teor de proteína nos grãos cujas plantas receberam os maiores níveis de adubação nitrogenada. Os valores de proteínas encontrados nos grãos estão dentro da faixa de 19,60% a 27,43% e, de acordo com o Instituto Agrônomo de Campinas-IAC (2010), o teor de proteína médio do cultivar Alvorada é de 22%.

**Tabela 5** - Teor de proteína nas folhas de feijoeiro comum cv. IAC-Alvorada em função das fontes e doses de N aplicadas no solo. Botucatu/SP, 2010

Fontes	Teor de proteína (%)
U	22,62
S.A	22,83
N.C	22,97
N.A	22,81
A	22,33
<b>Doses</b>	
0	21,99
100	22,85
200	22,62
300	23,39
<b>Regressão</b>	L <sup>(2)</sup>
<b>CV(%)</b>	5,77
<b>Interação FxD</b>	ns

<sup>(1)</sup>Uréia; <sup>(2)</sup>Sulfato de amônio; <sup>(3)</sup>Nitrato de cálcio; <sup>(4)</sup>Nitrato de amônio; <sup>(5)</sup>Ajifer. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, para o fator fonte, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. <sup>(2)</sup> $y = 0,004x + 22,117$   $R^2 = 78\%$ . ns e \* são não-significativos e significativos a 5% de probabilidade, respectivamente. L e Q = regressão linear e quadrática, respectivamente.

## CONCLUSÕES

- O aumento das doses de N promoveu incremento nos teores de Ca, Mg, B, Cu e Mn.
- Os componentes de produção foram influenciados positivamente pelas doses de N utilizadas.
- Grãos de feijão apresentam maior tamanho, tendo mais de 71% dos grãos retidos na peneira 14.
- Doses crescentes de N em cobertura aumentam o teor de proteína nos grãos de feijão.

### AGRADECIMENTOS

A Fundunesp pelo auxílio concedido ao projeto (Nº 00028/10).

### REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A.C.C.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C.F.; PEREIRA, J.C.R. Resposta do feijoeiro à aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.69-75, 2005.

BINOTTI, F.F.S.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A.C.C.; KAMIMURA, K.M. Fontes, doses e modo de aplicação de N em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, v.68, p.473-481, 2009.

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*, v.27, p.445-450, 2003.

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado: estação experimental “Presidente Médici”. **Boletim Científico**, Botucatu, n.1, 95p, 1983.

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**, v.24, p.1391-1395, 2002.

COSTA, M.C.G. **Eficiência agrônômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana-de-açúcar em sistema da colheita sem despalha a fogo**. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 94p, 2001.

FERREIRA, D.F. SISVAR 4.2: **Sistema de análises estatísticas**. Lavras, DEX/UFLA. 79p, 2003.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, v.55, p.171-175, 1996.

Instituto Agronômico de Campinas (2010). Centro de Pesquisa de Desenvolvimento de Grãos e Fibras. Cultivares. Disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/GraosFibras/Cultivares/Feijao.asp>. Acesso em: 20 janeiro de 2010.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R. Teores de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro em função de nitrogênio e de fósforo. **Bragantia**, v.65, p.347-354, 2006.

LONDERO, P.M.G.; RIBEIRO, N.D.; CARGENLUTTI FILHO, A. Teores de fibra e rendimento de grãos em populações de feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.167-173, 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Orlando: Academic, 889p, 1995.

OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, E.L.; ALCÂNTARABRUNO, R.L.; ALVES, E.U.; COSTA, R.F.; LEAL, F.R.F. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25 p.49-55, 2003.

PATRONI, S.M.S. Avaliação de diferentes níveis de adubação em três cultivares de feijão carioca. 2- Qualidade nutricional dos grãos. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 7. 2002, Viçosa. **Resumos**, UFV. p.541-543, 2002.

PAULA, S.R.R. **Efeito materno associado à capacidade de cozimento do feijoeiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 53p, 2004.

RAIJ, B.VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo - Boletim Técnico 100, 2ª ed.** Campinas, IAC. 285p, 1997.

RAIJ, B.VAN; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas, IAC. 31p (Boletim técnico 81), 1983.

RODRIGUES, J.R.M. **Resposta do feijoeiro (cvs. Carioca e Pérola) a doses de nitrogênio e fósforo**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 124p, 2001.

SÁ, M.E. **Importância da adubação na qualidade de sementes**. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S (Eds.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone. p.65-98, 1994.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba; s.d, 1974.

SILVA, M.P. **Espaçamentos entrelinhas e doses de nitrogênio em dois cultivares de feijoeiro irrigado no sistema plantio direto**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 64p, 2010.

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**, v.41, p.739-745, 2006.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.1083-1087, 2003.

SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; BUZETTI, S. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. ***Cultura Agrônômica***, v.10, p.89-99, 2001.

TEIXEIRA, I.R. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submetido a diferentes densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 67p, 1998.