

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira

Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção

**FONTES, DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO
EM FEIJOEIRO DE INVERNO IRRIGADO NO SISTEMA
PLANTIO DIRETO**

Marcelo Valentini Arf

Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. Salatiér Buzetti

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira

Março de 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

Ar35f	Arf, Marcelo Valentini. Fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto / Marcelo Valentini Arf. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2010. 68 f. : il. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010 Orientador: Salatiér Buzetti Bibliografia: p. 53-62 1. Phaseolus vulgaris. 2. Clorofilômetro. 3. Uréia. 4. Sulfonitrato de amônio. 5. Sulfato de amônio. 6. Cerrado.
-------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto

AUTOR: MARCELO VALENTINI ARF

ORIENTADOR: Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. RENATO DE MELLO PRADO

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 01 de março de 2010.

“Dedico a Deus e a toda minha família, que sempre em momentos de alegria ou de tristezas me apoiaram e me deram força para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos.”

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Aparecido Arf e Maria Angela Valentini Arf, aos meus irmãos Leonardo Valentini Arf e Marina Valentini Arf, a toda minha família, pelo carinho, amor, apoio e oportunidade que me concederam em todos esses anos.

Aos professores do curso que sempre nos foram muito atenciosos e prestativos e que além do conhecimento técnico, nos passaram experiência de vida e nos deram a prazerosa oportunidade de desfrutar de suas amizades.

Ao professor Dr. Salatiér Buzetti, pela amizade e valorosa orientação durante todos esses anos.

Ao professor Dr. Orivaldo Arf, pela amizade, auxílio, incentivo e orientações na condução deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp de Ilha Solteira pelo apoio no trabalho em campo.

Aos companheiros de república: João Paulo Ferreira, Claudinei Kappes, Enzo Biazotto, André Campos do Val, Guilherme Amarante, Carlos Augusto Alécio, pela amizade e apoio concedido durante todos esses anos de convivência, onde juntos, não nos tornamos apenas amigos e sim uma grande família.

Aos amigos Douglas de Castilho Gitti, Flávio Hiroshi Kaneko, Cláudia Jaqueline Yamamoto, Janaina Fabris Marinho, pela amizade e apoio durante esses anos.

Ao apoio financeiro da FAPESP processo n° 2006/04277-3 e à bolsa de estudo concedida, processo n° 2008/07279-2, para que o trabalho fosse realizado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de mais esta etapa vencida, o meu muito obrigado.

“Ame muitas coisas, porque em amar está a verdadeira força. Quem ama muito conquistará muito, e o que for feito com amor estará bem feito”.

(Vincent Van Gogh)

RESUMO

O manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro é essencial para aumentar a eficiência da planta na utilização do N, possibilitando aumentar a produtividade da cultura. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio e avaliar o uso do clorofilômetro como instrumento indicador da necessidade de adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto irrigado por aspersão em dois anos de cultivo (2008 e 2009). O cultivar utilizado foi o Pérola, que apresenta crescimento indeterminado, hábito do tipo II/III e grãos tipo carioca. O trabalho foi desenvolvido no município de Selvíria – MS, em Latossolo Vermelho Distrófico álico, textura argilosa. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial (5x3x2). Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de nitrogênio (zero, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), três fontes de nitrogênio (uréia; Entec[®] 26 – sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação – dimetilpirazolfosfato e sulfato de amônio) e duas épocas de aplicação (semeadura ou cobertura), com quatro repetições. Não houve diferença na produtividade do feijoeiro de inverno no cerrado entre as fontes de N utilizadas (uréia, Entec[®] 26 e sulfato de amônio); a aplicação de todo o nitrogênio na semeadura pode propiciar a obtenção de maiores produtividades de grãos no cultivo do feijoeiro de inverno irrigado; o aumento nas doses de nitrogênio proporcionou incremento na produtividade de grãos, até a máxima dose estudada de 200 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Clorofilômetro. Uréia. Sulfonitrato de amônio. Sulfato de amônio. Cerrado.

ABSTRACT

The management of nitrogen in the common bean is essential to increase the efficiency of plant N use, allowing to increase yield. Thus, the study aimed to evaluate the effect of sources, levels and timing of nitrogen application and the use of chlorophyllmeter to indicate the need of nitrogen fertilization in winter common bean grown under no-tillage using sprinkler irrigation in two years of cultivation (2008 and 2009). The cultivar used was the Perola, which has indeterminate growth habit Type II / III and carioca grain type. The study was conducted in Selviria county - MS / Brazil in a clayey alic oxisol. The experimental design was a randomized complete block with treatments in a factorial (5x3x2). The treatments consisted of five nitrogen rates (zero, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹), three nitrogen sources (urea, Entec[®] 26 - ammonium sulphonitrate with nitrification inhibitor - dimethylpirazolphosphate and ammonium sulfate) and two application times (at sowing or at sidedressing), with four replications. There were no differences among N sources (urea, Entec[®] 26 and ammonium sulfate) on common bean yield cropped in winter in the savannah soil, implementation of all the nitrogen at sowing can provide higher yields of grain, the increase on nitrogen rates provided an increase in grain yield up to the maximum dose studied of 200 kg ha⁻¹.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Chlorophyllmeter. Urea. Sulphonitrate ammonium. Ammonium sulfate. Savannah.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Umidade relativa do ar, temperatura máxima e mínima durante a condução dos experimentos nos dois anos de cultivo. Selvíria (MS), 2008 e 2009..... 23
- FIGURA 2.** Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para 1ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008..... 33
- FIGURA 3.** Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para 1ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009..... 33
- FIGURA 4.** Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008..... 35
- FIGURA 5.** Desdobramento da interação doses dentro de fontes de nitrogênio para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009..... 36
- FIGURA 6.** Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para o teor de nitrogênio foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008..... 37
- FIGURA 7.** Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para população final de plantas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009..... 42

FIGURA 8. Desdobramento da interação doses dentro de fontes de nitrogênio para massa de 100 grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	44
FIGURA 9. Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para massa de 100 grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	45
FIGURA 10. Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para número de vagem planta ⁻¹ de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	47
FIGURA A1. Vista geral da área experimental aos 8 DAE. Selvíria (MS), 2008.....	64
FIGURA A2. Sistema de irrigação da área experimental. Selvíria/MS, 2008.....	65
FIGURA A3. Leitura em clorofilômetro. Selvíria (MS), 2008.....	66
FIGURA A4. Vista geral da área experimental 2 DAE. Selvíria (MS), 2009.....	67
FIGURA A5. Feijoeiro com as folhas cotiledonares completamente desenvolvidas. Selvíria (MS), 2009.....	68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Resultados da análise química do solo, antes da instalação dos experimentos, avaliada na camada de 0 – 0,20 m de profundidade. Selvíria (MS), 2008 e 2009.....	27
TABELA 2.	Primeira e segunda leituras em clorofilômetro e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, sob diferentes fontes, épocas e doses de nitrogênio. Selvíria (MS), 2008 e 2009.....	30
TABELA 3.	Desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para 1ª leitura em clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008 e 2009.....	32
TABELA 4.	Desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.....	34
TABELA 5.	Desdobramento da interação fontes dentro de doses de nitrogênio para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	35
TABELA 6.	Desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para teor de N em folhas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.....	37

TABELA 7.	População final, massa de 100 grãos e número de vagens planta ⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, sob diferentes fontes, épocas e doses de nitrogênio. Selvíria (MS), 2008 e 2009.....	39
TABELA 8.	Desdobramento da interação fontes de nitrogênio dentro de épocas de aplicação; e de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para população final de plantas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	41
TABELA 9.	Desdobramento da interação fontes dentro de doses de nitrogênio; e de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para massa de 100 grãos em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	43
TABELA 10.	Desdobramento da interação fontes de nitrogênio dentro de épocas de aplicação; e de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para o número de vagem planta ⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	46
TABELA 11.	Número de grãos planta ⁻¹ , grãos vagem ⁻¹ e produtividade em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, sob diferentes fontes, épocas e doses de nitrogênio. Selvíria (MS), 2008 e 2009.....	48
TABELA 12.	Desdobramento da interação fontes de nitrogênio dentro de épocas de aplicação, sob o número de grãos planta ⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	CULTURA DO FEIJÃO.....	15
2.2	ADUBAÇÃO NITROGENADA EM FEIJOEIRO.....	16
2.3	FONTES E MODOS DE APLICAÇÃO DE N PARA A ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO.....	19
2.4	USO DO CLOROFILÔMETRO EM CULTURAS.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	24
3.2	PREPARO DA ÁREA E SEMEADURA	24
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	25
3.4	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	25
3.5	AVALIAÇÕES REALIZADAS	27
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÕES	52
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICE A	63

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro é uma das principais culturas da entressafra de sistemas irrigados nas Regiões Central e Sudeste do Brasil. A adubação nitrogenada de cobertura constitui-se num dos mais freqüentes questionamentos, especialmente em relação à fontes e ao método de aplicação. As fontes de N mais utilizadas na agricultura brasileira são uréia e sulfato de amônio. Entretanto, a uréia, pelas suas características e reação no solo, apresenta grande potencial de perda de NH_3 , por volatilização (KELLER; MENGEL, 1986; LARA; TRIVELIN, 1990). Já o sulfato de amônio apresenta alta capacidade de acidificação do solo (BARBOSA FILHO et al., 2001).

A comparação entre a eficiência de cada fertilizante é importante para a obtenção de mais informações sobre a resposta da cultura ao emprego das diversas fontes de nitrogênio e, portanto para o aperfeiçoamento do manejo da adubação nitrogenada na cultura do feijão (NASCIMENTO, 2008). A utilização das mais variadas fontes de nitrogênio requer, portanto, que as técnicas de manejo de aplicação sejam aperfeiçoadas, de modo que os produtores possam obter o máximo benefício econômico ao utilizarem esses fertilizantes. Dessa forma, o uso de fertilizantes que liberem o N de forma gradativa poderia propiciar maior aproveitamento deste pelas plantas e por consequência maior produção de grãos por unidade de N aplicado (KNOBLAUCH; BACHA, 2005).

O cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto tem aumentado no Brasil, devido a inúmeros benefícios que esse sistema proporciona às características físicas, químicas e biológicas do solo. O SPD, em razão da manutenção dos resíduos vegetais na superfície, promove maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, favorece a infiltração e reduz a perda de água por escoamento superficial e perda de solo por erosão (HERNANI et al., 1999; STONE; SILVEIRA, 1999). Nesse sistema, porém, pelo fato de os restos culturais permanecerem na superfície do solo, a taxa de mineralização da matéria orgânica é mais lenta, quando comparada com sistema convencional (GONÇALVES; CERETTA, 1999), o que tem acarretado menor disponibilidade de nitrogênio às plantas, principalmente, na fase da implantação até a estabilização do sistema (SILVA et al., 2002; SORATTO et al., 2001, 2004). Nessas condições procura-se antecipar a aplicação de N relativamente à semeadura visando compensar eventualmente a imobilização do N pela microbiota do solo, evitando, assim, a diminuição de

disponibilidade de N mineral para a cultura. Contudo, esta estratégia de adubação nitrogenada não tem sido estudada suficientemente nas condições de cultivo do feijoeiro irrigado na região de cerrados.

Outra técnica de aplicação de N em cobertura consiste na utilização do clorofilômetro portátil usado com sucesso em vários países para monitorar o “status” de N e determinar a época mais adequada para a aplicação de N em diversas culturas (FURLANI JÚNIOR et al., 1996; HUSSAIN et al., 2000; PENG et al., 1993; STONE et al., 2002). Os resultados têm sido positivos apresentando, em geral, maior eficiência agronômica do N aplicado do que as práticas convencionais baseadas em épocas pré-fixadas para a aplicação do N em cobertura. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio e avaliar o uso do clorofilômetro como instrumento indicador da necessidade de adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO FEIJÃO

Cultivado por pequenos, médios e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum reveste-se de grande importância econômica e social. Dependendo da cultivar e da temperatura ambiente, pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que o torna uma cultura apropriada para compor, desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência (BARBOSA, 2007).

A cultura do feijão tem especial importância para a agricultura brasileira, por ser o Brasil um dos maiores produtores e consumidores do mundo, e também por ser uma das principais fontes proteicas da população (PIRES et al., 2002).

Neste contexto, o estabelecimento de uma política agrícola condizente com o momento econômico, o desenvolvimento de estratégias de manejo com o enfoque sistêmico (visão global do sistema agrícola) e fundamentado em princípios científicos, bem como o emprego de sistemas de produção que visem ao máximo rendimento econômico, e não apenas elevada produtividade, tornam-se imperiosos para os destinos de uma agricultura racional, principalmente na cultura do feijão irrigado (FANCELLI; DOURADO NETO, 2007).

O feijoeiro é uma leguminosa de grande importância na economia brasileira, pois a população brasileira tem como parte de sua cultura, o consumo diário, visto que é um alimento rico em proteínas. A partir da década de 1980, passou a ser cultivado também na época de inverno (período seco), sob irrigação, atraindo médios e grandes produtores, geralmente usuários de maior nível de tecnologia. Em lavouras sob pivô central, com elevado nível tecnológico, a produtividade é de extrema importância, pois o uso de irrigação é onerosa, o que requer a adoção de outras práticas que, a ela combinadas, aumentam a produtividade dando sustentabilidade ao sistema de cultivo (BARBOSA FILHO; SILVA, 2001).

O feijão é importante na composição de sistemas agrícolas para a região dos cerrados. Ocasionalmente, na época “da seca” e, principalmente, no inverno, a cultura é totalmente

dependente de irrigação, que na maioria dos casos é feita por aspersão. Outra prática que tem sido utilizada no cultivo do feijoeiro é o cultivo em sistema plantio direto e as primeiras pesquisas foram realizadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, onde os resultados obtidos mostraram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação em plantio direto. Trata-se de uma prática eficiente para o controle de erosão, propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo com o aumento do teor de matéria orgânica (BALBINO et al., 1996).

De acordo com Guimarães (1996), o feijoeiro é muito sensível ao déficit hídrico, isso devido à sua baixa capacidade de recuperação às estiagens e seu sistema radicular pouco profundo. A fase de maior sensibilidade da planta ao déficit hídrico é a floração, podendo ocasionar abortamento e queda prematura das flores. Na fase de formação das vagens, a falta de água propicia o chochamento dos grãos.

Del peloso et al. (1996) consideram que um dos aspectos mais importantes em relação ao feijoeiro em sistema plantio direto é a possibilidade de conservação do solo e da água, pois a manutenção de uma palhada na superfície do terreno, oriunda de cultivos anteriores, reduz a evaporação de água e a perda de solo.

2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM FEIJOEIRO

Na cultura do feijão o N é o elemento absorvido em maior quantidade, segundo Oliveira et al. (1996), quantidades superiores a 100 kg ha^{-1} são requeridas para garantir a extração do nutriente associada a altas produtividades. A deficiência de nitrogênio no solo pode ser corrigida aumentando-se o nível do nutriente disponível através da adição de fertilizantes nitrogenados. Arf (1994) citou que a adubação nitrogenada na cultura do feijão pode ser utilizada com objetivo de aumentar a produtividade e, ainda, como alternativa para elevar o teor protéico dos grãos colhidos, melhorando assim o seu valor nutritivo.

Apesar de possuir a capacidade de fixar o N atmosférico, pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, não tem sido verificados resultados satisfatórios para se obter níveis elevados de produtividade (BUZETTI et al., 1992). Dessa forma, técnicas de manejo que possibilitem a

maximização de absorção do N pelo feijoeiro são de extrema importância, devido ao alto custo dos fertilizantes nitrogenados e as perdas de N por lixiviação, que podem representar riscos ao ambiente pela contaminação de mananciais de água (SANTOS et al., 2003).

O feijoeiro é uma planta exigente nutricionalmente e, por ser de ciclo curto, necessita que os nutrientes estejam prontamente disponíveis nos estádios de maior demanda, para que não haja limitação da produtividade (SILVA; SILVEIRA, 2000). O nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, produção de biomassa e a produtividade da maioria das culturas (LOPES et al., 2004), sendo, ainda o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas pela maioria delas, incluindo as pastagens. Devido às transformações microbiológicas por que passa no solo, o nitrogênio está sujeito à perdas por lixiviação e volatilização, podendo ainda tornar-se um eventual poluente de mananciais de água, quando em excesso na forma de NO_3^- (FREIRE et al., 2000). Além disso, a imobilização de N pelos microrganismos constitui-se em um importante fator de “perda temporária” (indisponibilidade) de nitrogênio, tornando a dinâmica desse nutriente no sistema plantio direto, bastante peculiar.

Pela importância do nitrogênio para o feijoeiro torna-se necessário conhecer o modo mais adequado para aplicá-lo (MALAVOLTA, 1972), uma vez que doses elevadas no sulco de semeadura podem provocar perdas do elemento, em razão da sua mobilidade no solo, onde a fonte a ser utilizada influencia grandemente estas perdas, além dos danos que podem ser causados às sementes, reduzindo a porcentagem de emergência (ARAÚJO et al., 1994). Desta forma, a adubação nitrogenada inadequada é um fator que muitas vezes determina o insucesso no cultivo do feijoeiro. Enquanto alguns produtores continuam aplicando doses excessivas de nitrogênio, outros aplicam quantidades insuficientes desse elemento, limitando a produtividade da lavoura mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados (GUERRA et al., 2000). Além do que o nutriente tem grande importância, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo quase ao mesmo tempo, a demanda por N nestas fases é alta (PORTES, 1996).

Silveira e Damasceno (1993) verificaram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveram aumento na massa seca, teor e conteúdo de nitrogênio na parte aérea e de vagens por planta, onde a produtividade dos grãos obedeceu a uma função quadrática, atingindo o máximo de produtividade com a aplicação de 72 kg ha^{-1} de nitrogênio. Alguns autores observaram que o feijoeiro responde muito bem à adubação nitrogenada, onde a cultura chegou a

responder à doses acima de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio, especialmente em sistemas de cultivos irrigados (SILVA; SILVEIRA, 2000; STONE; MOREIRA, 2001).

Carvalho et al. (1992) verificaram que para obtenção da maior produtividade foram necessários 90 kg ha^{-1} de nitrogênio. Já Santos et al. (2003), a máxima produtividade econômica foi obtida com a aplicação de 108 kg ha^{-1} de nitrogênio. Kikuti et al. (2002) estimaram que a resposta máxima do feijoeiro, de inverno sob irrigação, foi de 2332 kg ha^{-1} , com aplicação de 170 kg ha^{-1} de nitrogênio. Contudo Vieira et al. (2000) observaram que quando se aumentou a quantidade de nitrogênio aplicado ao solo houve aumento na produtividade de grãos e aumento no número de vagens por planta.

Buzetti et al. (1992) constataram que a produtividade de grãos aumentou linearmente, onde para cada quilo de nitrogênio aplicado houve um aumento de $4,33 \text{ kg}$ de grãos. Já, Santos et al. (2003) obtiveram produtividade de $5,8$ e $6,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de grãos de feijão por quilo de nitrogênio aplicado, com aplicação do nutriente todo na semeadura e 50% na semeadura mais 50% em cobertura. Rodrigues et al. (2002), estudando feijoeiro cultivado no inverno-primavera, obtiveram resposta linear às doses crescentes de nitrogênio, até a dose de 120 kg ha^{-1} . Entretanto, Urben Filho et al. (1980), em feijoeiro “das águas”, constataram que a produção de grãos foi aumentada com aplicação de até 160 kg ha^{-1} de nitrogênio. No entanto, observaram que as doses maiores de nitrogênio provocaram redução no estande final de plantas.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Silveira e Damasceno (1993), onde os autores argumentaram que isto pode ter ocorrido devido a um aumento na salinidade do solo, no local da adubação em torno das sementes.

A literatura é muito contraditória em relação às doses de nitrogênio aplicadas ao solo. Silva et al. (1999) concluíram que o aumento significativo de alguns componentes da produção, pela aplicação de doses crescentes de nitrogênio ao solo, nem sempre aumentam a produtividade do feijoeiro. Neste sentido, Almeida et al. (2000) observaram que o fornecimento de nitrogênio via solo acarretou aumento na produtividade do feijoeiro. Já Andrade et al. (1999) verificaram efeito negativo, ou seja, à medida que se aumentava o nitrogênio aplicado ao solo, ocorria diminuição da produtividade.

2.3 FONTES E MODOS DE APLICAÇÃO DE N PARA A ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO

A uréia sofre perda do N pela hidrólise da mesma, e a volatilização da amônia, fato que ocorre principalmente em solos úmidos e bem intemperizados (COSTA et al., 2004). Entretanto, são encontrados na literatura inúmeros trabalhos de pesquisa por meio dos quais se demonstra que a uréia em cobertura pode ser tão eficiente quanto outras fontes de nitrogênio, desde que ocorra uma precipitação ou se proceda à irrigação após a sua aplicação.

De acordo com o fabricante, o Entec[®] 26 é um fertilizante nitrogenado estabilizado nas formas amoniacal e nítrica, através do agente estabilizante DMPP (dimetilpirazolfosfato), que inibe o processo de nitrificação pela inibição temporária da ação das bactérias *Nitrossomonas*, responsáveis pela transformação de NH_4^+ em NO_2^- (COMPO DO BRASIL, 2007), o que agrega ao fertilizante as características de liberação gradativa do nitrogênio e prolongamento da permanência do nutriente no solo pela forma amoniacal que o torna menos suscetível à lixiviação.

Segundo Knoblauch e Bacha (2005), o uso de fertilizantes que liberem o N de forma mais lenta e gradativa poderá proporcionar maior aproveitamento deste pelas plantas e por consequência maior produção de grãos por unidade de N aplicado. Carvalho et al. (2001), estudando o parcelamento e fontes de nitrogênio no feijoeiro, observaram maior produtividade da cultura com a utilização de uréia. Os mesmos autores verificaram tendência da uréia em resultar em maior crescimento e desenvolvimento das plantas em relação ao sulfato de amônio, o que fez com que proporcionasse maior produtividade no feijoeiro. Arf et al. (2007), estudando três fontes de nitrogênio (Uréia, Sulfato de amônio e Entec[®] 26– sulfonitrato de amônio) e diferentes épocas de aplicação (testemunha sem N; semeadura; estágio de desenvolvimento V₃ (1ª folha trifoliada aberta); estágio de desenvolvimento V₄₋₅ (5ª folha trifoliada aberta); 1/3 semeadura + 2/3 estágio V₃; 1/3 semeadura + 2/3 estágio V₄₋₅) na dose de 80 kg de N ha⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto no cerrado, concluíram que as fontes e épocas de aplicação de nitrogênio não interferiram na produtividade do feijoeiro de inverno, embora tenha sido superior à testemunha (sem aplicação de N).

Arf et al. (1990), estudando doses de nitrogênio (zero, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹), e duas fontes (uréia e sulfato de amônio) e aplicação das doses em cobertura aos 21 e 31 dias após a

emergência, concluíram que não houveram diferenças significativas sobre a produtividade. Entretanto, Santos et al. (2003) obtiveram respostas positivas às doses de sulfato de amônio, até 108 kg ha^{-1} de nitrogênio.

A eficiência das fontes de nitrogênio utilizadas no Brasil é baixa, em torno de 50% (FAGERIA et al., 1999). O que explica, ao menos em parte, as respostas do feijoeiro a altas doses desse nutriente.

Segundo Dalastra et al. (2004), as épocas de aplicação do nitrogênio (100% na semeadura, 30% na semeadura + 70% em cobertura, 50% na semeadura + 50% em cobertura e 100% em cobertura, na dose de 100 kg ha^{-1} de N) associadas às fontes de N (uréia, sulfato de amônio e Entec[®] 26 - sulfonitrato de amônio) não interferiram na produtividade do feijoeiro em sistema plantio direto. Soratto et al. (2003) também não verificaram diferenças na produtividade de grãos de feijão com aplicação de todo o nitrogênio na semeadura, ou com aplicação de $\frac{1}{2}$ da dose de N na semeadura + $\frac{1}{2}$ em cobertura, utilizando a dose de 75 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de nitrato de amônio. Também Binotti (2006) não verificaram diferenças na produtividade do feijão de inverno com o parcelamento ou não da adubação nitrogenada (uréia, sulfato de amônio - SA e mistura $\frac{1}{2}$ nitrogênio uréia + $\frac{1}{2}$ nitrogênio SA). Ainda Binotti et al. (2007) não verificaram influência das épocas de aplicação do nitrogênio (semeadura (S), estágio V_3 , V_4 , $\frac{1}{2} S + \frac{1}{2} V_3$, $\frac{1}{2} S + \frac{1}{2} V_4$, $\frac{1}{2} V_3 + \frac{1}{2} V_4$ e $\frac{1}{3} S + \frac{1}{3} V_3 + \frac{1}{3} V_4$), utilizando a dose de 75 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de uréia.

Contudo, Santi et al. (2003) concluíram que a melhor época de aplicação e o melhor parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura foi: 30% da dose aos 7 dias após a emergência das plântulas + 70% da dose aos 35 dias após a emergência das plântulas, diferindo das atuais recomendações para a cultura. Já para Almeida et al. (1999), a produtividade do feijoeiro cultivado em sistema plantio direto, pode ser aumentada pela aplicação de N em cobertura, independentemente do parcelamento da adubação, entre 22 e 35 dias após a emergência.

Segundo Carvalho et al. (2001), a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar uma boa nutrição da planta e na época em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento. Após o florescimento ocorre migração do nitrogênio das folhas para a formação dos grãos que apresentam um aumento na sua massa.

Rosolem (1987) citou que o aproveitamento do adubo pelo feijoeiro é maior quando a cobertura é realizada no máximo até 36 dias após a emergência. Já Arf et al. (1990), estudando doses de nitrogênio, duas fontes e a aplicação das doses de cobertura aos 21 e 31 dias após a emergência, observaram que a produtividade não foi afetada quando se mudou a época de aplicação ou a fonte do adubo nitrogenado. Também Buzetti et al. (1990) também não observaram diferenças significativas na produtividade com a aplicação de nitrogênio aos 20 ou 40 dias após a emergência.

Silva et al. (2000), estudando doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro em sistema convencional, verificaram que o nutriente aplicado em cobertura, entre 15 e 35 dias após a emergência, proporcionou aumentos na produtividade de grãos. Já Oliveira et al. (1996) afirmaram que pode ser necessário realizar aplicação de nitrogênio em cobertura entre 10 e 14 dias após a emergência do feijoeiro.

2.4 USO DO CLOROFILÔMETRO EM CULTURAS

Estudos realizados por Gerendás e Pieper (2001) indicaram ser possível monitorar o suprimento de N para as plantas, por meio de testes rápidos, como o do nitrato do pecíolo e a avaliação indireta do teor de clorofila. Como ele também participa da constituição da molécula de clorofila, a avaliação da necessidade de N pela planta poderia ser determinada pela mensuração indireta do teor de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997). O medidor de clorofila fornece leituras que correspondem ao teor de pigmento presente na folha, e os valores são calculados com base na quantidade de luz que passa pela folha, em duas regiões de comprimento de onda, nas quais a absorção pela clorofila é diferente (MALAVOLTA et al., 1997).

O desenvolvimento do medidor portátil de clorofila, que proporciona leituras instantâneas, de uma maneira não destrutiva de folhas, surgiu como alternativa de indicação do nível de N na planta. As leituras efetuadas pelo clorofilômetro correspondem ao teor de clorofila presente na folha da planta (TAKEBE; YONEYAMA, 1989). O conteúdo de clorofila correlaciona-se com a concentração de N na planta e também com a produtividade das culturas (BLACKEMER; SCHEPERS, 1995; SCHEPERS et al., 1992).

Segundo Peng et al. (1993) e Chapman e Barreto (1997), a medida em clorofilômetro se constitui em um método rápido e barato da estimativa da concentração de N nas folhas de plantas. Furlani Júnior et al. (1996) correlacionaram as leituras obtidas com o clorofilômetro nas folhas de feijoeiro, cultivar Carioca, cultivado em seis doses de N, em dois ensaios em casa de vegetação, um em solução nutritiva e outro em solo, e obtiveram correlações positivas entre a leitura e as doses de N fornecidas, bem como a leitura e os teores de N nas folhas. Concluíram que havia boas perspectivas quanto ao uso desse equipamento para detectar deficiência de N em feijoeiro.

Blackmer et al. (1993) observaram que outros fatores, além da disponibilidade de N, como idade e teor de água na planta, densidade de plantas, cultivar, disponibilidade de outros nutrientes, estresse ambiental ou fatores biótipos, podem afetar as medições de intensidade da cor verde da folha pelo medidor de clorofila. Silveira et al. (2003), utilizando os parâmetros de idade das plantas e de leituras SPAD, conseguiram prever a probabilidade de respostas à adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do feijão. Malavolta et al. (2004) também observaram que tanto a determinação direta como a indireta de clorofila por meio do clorofilômetro (Leitura SPAD) foram capazes de refletir satisfatoriamente o nível de N em plantas de algodão, mostrando correlação significativa com a produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no período de inverno dos anos de 2008 e 2009 em área experimental pertencente a Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), que tem como coordenadas geográficas aproximadas de 51° 22' Oeste de Greenwich e 20° 22' Sul e 335 metros de altitude. O solo da área é um Latossolo Vermelho Distrófico álico, textura argilosa, segundo a classificação da Embrapa (2006), sendo a precipitação média anual local de 1.370 mm, com temperatura e umidade do ar (médias anuais) de 23,5°C, 70 a 80%, respectivamente.

Os valores de umidade relativa média (%) e temperaturas máxima e mínima (°C) da área de cultivo durante o desenvolvimento do experimento nos anos de 2008 e 2009 estão apresentados na Figura 1.

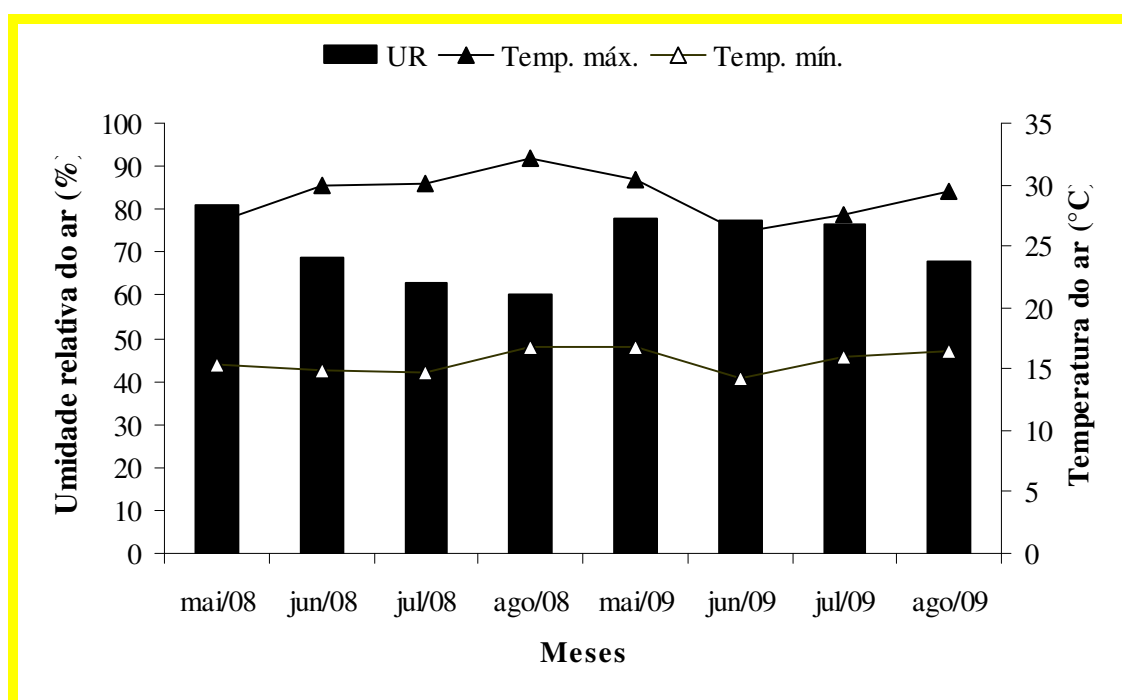


Figura 1 – Umidade relativa do ar, temperatura máxima e mínima durante a condução dos experimentos nos dois anos de cultivo. Selvíria (MS), 2008 e 2009.

Durante o ciclo do feijoeiro no ano de 2008 a precipitação total foi de 68.08 mm e no ano de 2009 a precipitação total foi de 52,57 mm. As irrigações suplementares foi realizada através do pivô central.

3.1 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas 20 amostras simples de solo que depois de homogeneizadas, constituíram-se numa amostra composta que foi levada ao laboratório para a avaliação da fertilidade, determinada segundo metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983) e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise química do solo, antes da instalação dos experimentos, avaliada na camada de 0 – 0,20 m de profundidade. Selvíria (MS), 2008 e 2009.

Ano	P_{resina}	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	S.B.	T	V	S-SO₄²⁻
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----		mmol _c dm ⁻³	-----			%	mg dm ⁻³
2008	26	25	5,3	2,8	23	17	30	42,8	72,8	59	15
2009	24	27	5,3	2,5	23	15	30	40,5	70,5	57	15
				B	Cu	Fe	Mn	Zn			
				-----	-----	-----	-----	-----			
				mg kg ⁻¹							
2008				0,47	2,8	20	22,5	1,6			
2009				0,47	3,1	22	21,0	1,6			

3.2 PREPARO DA ÁREA E SEMEADURA

Os experimentos foram conduzidos em área com sistema plantio direto implantado há aproximadamente sete anos e anteriormente cultivado em sucessão às culturas do milho e do arroz.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5x3x2. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de nitrogênio (zero, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), três fontes de nitrogênio (uréia - 45% N; Entec[®] 26 - sulfonitrato de amônio - 26% N + 13% de enxofre e com inibidor de nitrificação – dimetilpirazolfosfato e sulfato de amônio - 20% N) e duas épocas de aplicação (semeadura ou cobertura), com quatro repetições.

No ano de 2008, as parcelas foram constituídas por 7 linhas de 5,0m de comprimento, espaçadas 0,45m entre si. A área útil foi constituída por 5 linhas centrais, desprezando 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha. Em 2009, as parcelas foram constituídas por 5 linhas de 5,0m de comprimento, espaçadas 0,45m entre si. A área útil foi constituída por 3 linhas centrais, desprezando 0,50m em ambas as extremidades de cada linha.

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes da semeadura do feijoeiro em ambos os anos, a área recebeu aplicação de herbicida (glyphosate - 1560 g ha⁻¹ do i.a.), com o objetivo de dessecar as plantas, para a implantação das parcelas do feijoeiro em sistema plantio direto.

A cultivar utilizado em ambos os anos foi o Pérola, originado na Embrapa Arroz e Feijão, da seleção do cultivar Aporé que apresenta crescimento indeterminado, hábito do tipo II/III (semi-ereto a prostrado), é resistente ao Mosaico comum, moderadamente resistente a Murcha de *Fusarium*, intermediário para Ferrugem, suscetível ao Mosaico Dourado, Crestamento Bacteriano Comum e Antracnose (EMBRAPA, 1997).

O feijão foi semeado mecanicamente nos dias 15/05/2008 e 18/05/2009 no espaçamento de 0,45 m entrelinhas e com 12 sementes por metro, com o objetivo de obter uma população final de aproximadamente 200.000 plantas ha⁻¹, de acordo com recomendação de Dourado Neto e Fancelli (2000).

A adubação química básica nos sulcos de semeadura em ambos os anos foi constituída de 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 + 30 kg ha^{-1} de K_2O , calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração a faixa de produtividade esperada ($2,5 - 3,5 \text{ t ha}^{-1}$) e as recomendações de Ambrosano et al. (1996). Como fonte de fósforo foi utilizado o superfosfato simples (18% de P_2O_5 + 12% de S + 25% de CaO). Para o fornecimento de potássio utilizou-se o cloreto de potássio (60% K_2O). A adubação nitrogenada foi realizada de acordo com os respectivos tratamentos.

Após a semeadura, em ambos os anos, a área foi irrigada para promover a germinação das sementes. No ano de 2008 a emergência ocorreu no dia 22/05/2008, aos 7 dias após a semeadura. Já no ano de 2009, a emergência ocorreu no dia 24/05/2009, aos 6 dias após a semeadura. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada nos dias 22/06/08 e 24/06/09, aos 30 dias após a emergência das plântulas (DAE). Após a aplicação do nitrogênio, em cada época, a área foi irrigada com o objetivo de minimizar as perdas do nutriente por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi realizado nos dias 18 de junho de 2008, quando as plantas de feijoeiro estavam com o 4º trifólio completamente desenvolvido, com a aplicação do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen ($160 \text{ g} + 200 \text{ g ha}^{-1}$ do i.a.), em pós - emergência, com objetivo de controlar gramíneas e plantas de folhas largas e 08 de junho de 2009, quando as plantas de feijoeiro estavam com o 2º trifólio completamente desenvolvido, com a aplicação do herbicida fomesafen (225 g ha^{-1} do i.a.), em pós – emergência. Os demais tratos culturais e fitossanitários empregados foram os normalmente recomendados ao feijoeiro de inverno para a região (VIEIRA et al., 2006).

A colheita foi realizada nos dias 19/08/2008 e 17/08/2009, correspondendo ao ciclo de 89 e 85 dias respectivamente, o que está condizente com a cultivar utilizada neste estudo, nos dois anos de cultivo. Em ambos os anos agrícolas, para determinação da produtividade, foram consideradas as duas linhas centrais das parcelas experimentais com 5 m de comprimento. No momento da colheita foram coletadas também 10 plantas por parcela para determinação dos componentes de produção.

3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS

- Medidas em clorofilômetro

Em ambos os anos durante o ciclo do feijoeiro, foram realizadas leituras em 4 plantas, na área útil de cada parcela, para determinação da melhor época de aplicação do fertilizante nitrogenado. As avaliações foram realizadas aos 7 dias antes da adubação nitrogenada de cobertura e na época de coleta de folhas para avaliação do estado nutricional das plantas (florescimento pleno) que em ambos os anos ocorreu aos 39 DAE. O aparelho utilizado foi o CFL 1030 da FALKER.

- Teor de nitrogênio nas plantas

Mensurado no florescimento pleno da cultura (39 DAE), momento em que foram coletadas 10 folhas no terço médio das plantas da área útil de cada parcela, as mesmas foram secas em estufa a 65°C e moídas em moinho tipo Wiley, para em seguida serem submetidas ao processo de digestão sulfúrica, de acordo com a metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974).

- Massa de 100 grãos

Determinada pela avaliação de uma amostra de 100 grãos por tratamento, tendo sua massa devidamente corrigida para 130 g kg⁻¹ de teor de água (base úmida – “b.u.”).

- Componentes da produção

Foram coletadas 10 plantas em cada parcela, no momento da colheita para a avaliação de: número de vagens planta⁻¹: determinada através da relação do número total de vagens / número de plantas; número de grãos planta⁻¹: obtido através da relação do número total de grãos / número de plantas; número médio de grãos vagem⁻¹: calculado através da relação do número total de grãos / número total de vagens.

- População final de plantas

No momento da colheita em ambos os anos foram avaliados o número de plantas em duas linhas de 5 metros, na área útil das parcelas, com o objetivo de calcular a população final de plantas.

- Produtividade de grãos

As plantas da área útil de cada parcela foram colhidas manualmente e deixadas secar ao sol. Após secagem, as mesmas foram submetidas à trilhagem mecânica, posteriormente os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha^{-1} (13% de base úmida).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância, sendo as médias das fontes e épocas comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e as médias de doses pela análise de regressão. O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR – Sistema de Análise de Variância (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os dados da primeira e segunda leitura em clorofilômetro e teor de nitrogênio (N) em folhas do feijoeiro, onde com base nos resultados, verifica-se que não houve diferença significativa para o teor de nitrogênio (N) nas folhas para as fontes de nitrogênio utilizadas nos dois anos de cultivo, quando utilizado os métodos do uso do clorofilômetro (1ª e 2ª leitura) e digestão sulfúrica para essa avaliação.

Na 2ª leitura em clorofilômetro no ano de 2008 foi observada diferença significativa apenas para épocas de aplicação e para interação épocas (E) x doses (D) de N. No ano de 2009 foi observada diferença significativa apenas para as doses de N e para a interação Fontes (F) x Doses de N (D).

Para a avaliação do teor de N foliar (Tabela 2), no ano de 2008 não houve diferença significativa para épocas de aplicação do fertilizante nitrogenado, concordando com os resultados obtidos por Arf et al. (2007), onde o teor de N em folhas não foi influenciado pelas fontes (uréia, sulfato de amônio e Entec[®] 26). Porém, cabe ressaltar que os valores estiveram entre 36,47 a 52,42 g de N kg⁻¹ de massa seca, valor este considerado adequado segundo Malavolta et al. (1997) e Raij et al., (1997), os quais citam valores entre 30 e 50 g de N kg⁻¹ de massa seca.

Tabela 2 – Primeira e segunda leituras em clorofilômetro e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, sob diferentes fontes, épocas e doses de nitrogênio. Selvíria (MS), 2008 e 2009.

Tratamentos	1ª Leit. Clorofilômetro		2ª Leit. Clorofilômetro		Teor de N em folhas	
	(ICF)		(ICF)		(g kg ⁻¹)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
<i>Fontes de nitrogênio</i>						
Uréia	40,67	33,10	45,85	46,57	47,45	37,10
Entec [®] 26	41,02	33,65	45,85	47,12	48,25	38,70
S. amônio	41,00	33,90	46,90	47,52	48,25	37,30
<i>Épocas de aplicação</i>						
Semeadura	42,62	34,97	48,37	46,80	47,77	36,47 b
Cobertura	39,18	32,13	44,03	47,35	48,20	38,93 a
<i>Doses de nitrogênio (kg ha⁻¹)</i>						
0	38,54	32,42	44,33	45,87	40,25 ¹	35,33 ²
50	40,67	33,12	45,71	46,29	46,58	37,33
100	41,21	33,75	46,25	47,17	50,25	37,17
150	41,62	33,83	47,62	47,96	50,42	38,58
200	42,46	34,62	47,08	48,08	52,42	40,08
Fontes (F)	0,33 ns	1,74 ns	1,43 ns	1,17 ns	0,67 ns	1,48 ns
Épocas(E)	77,43 ns	62,61**	54,91**	1,17 ns	0,44 ns	8,88**
Doses (D)	11,38**	4,28**	3,82 ns	2,99**	43,64**	3,64*
F x E	0,25 ns	1,83 ns	2,99 ns	1,45 ns	1,55 ns	0,49 ns
F F x D	0,58 ns	0,67 ns	1,15 ns	2,64*	0,98 ns	1,27 ns
E x D	8,05**	5,83**	4,65*	2,28 ns	3,94*	2,17 ns
F x E x D	1,36 ns	1,35 ns	0,92 ns	1,59 ns	1,76 ns	0,77 ns
Fonte	-	-	-	-	-	-
DMS Época	-	-	1,16	-	-	1,69
CV (%)	5,23	5,85	6,93	5,91	5,25	8,50

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

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

$$^1 y = 0,056x + 42,35 \quad R^2 = 0,89 \quad **$$

$$^2 y = 0,021x + 35,55 \quad R^2 = 0,92 \quad **$$

Comparando os resultados de coeficientes de variação obtidos em diferentes avaliações realizadas anteriormente (1ª leitura em clorofilômetro, 2ª leitura em clorofilômetro e teor de N em folhas), com os resultados obtidos por Oliveira et al. (2009) para avaliar a precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão, verificou-se que os valores dos coeficientes de variação estão entre médios e baixos, resultando assim em uma boa precisão experimental.

Para as doses de N em 2008, os dados se ajustaram à regressão linear onde à medida com que foram se aumentando as doses de N, consequentemente foi aumentando o teor de N foliar. Já no ano de 2009, os tratamentos que receberam todo o N em cobertura apresentaram maior teor do nutriente nas folhas e uma resposta linear à medida que se aumentaram as doses de N. Isso pode ser explicado pelo fato de as plantas já estarem com o sistema radicular mais desenvolvido, conseguindo um maior aproveitamento do N aplicado em cobertura.

Pelas médias obtidas no ano de 2008, na 1ª e 2ª leituras clorofilômetro e o teor de N foliar avaliado através da digestão sulfúrica, pode-se observar que houve uma relação positiva do teor de N foliar com o número de vagens planta⁻¹ (Tabela 7) e produtividade (Tabela 11), onde as plantas apresentaram maior teor de N foliar (em média 45 g kg⁻¹ N) propiciaram maior produtividade quando comparado com o ano de 2009.

Quando compara-se as médias dos teores de N obtidos pelo clorofilômetro e pela digestão sulfúrica, nota-se que há correlação ($r = 0,94$) entre os dados, mostrando assim que o clorofilômetro é uma boa alternativa para estimativa do teor de N em folhas. Cabe salientar que a vantagem da medição do teor de clorofila é a de que não há consumo de luxo para constituição da molécula de clorofila (BLACKMER; SCHEPERS, 1995). A leitura pode ser realizada em poucos minutos, possibilitando rápido diagnóstico do estado nutricional da planta em relação ao N, o aparelho tem custos mínimos de manutenção (PIEKIELEK; FOX, 1992), não existe a necessidade de envio de amostras para o laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e o agricultor pode realizar quantas amostragens desejar, sem destruição de folhas (MALAVOLTA et al., 1997).

No desdobramento da interação épocas de aplicação dentro das doses de N para 1ª leitura em clorofilômetro (Tabela 3), se observaram diferenças significativas no ano de 2008 para as doses utilizadas, onde as mesmas quando aplicadas na semeadura proporcionaram maior teor de N foliar. No ano de 2009, apenas as doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N quando aplicado também em semeadura proporcionaram maiores teores de N foliar na 1ª leitura.

Tabela 3 – Desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para 1ª leitura em clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008 e 2009.

	<i>0</i>		<i>50</i>		<i>100</i> <i>kg ha⁻¹</i>		<i>150</i>		<i>200</i>	
	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
<i>Semeadura</i>	38,25 a	32,33 a	42,08 a	33,92 a	43,33 a	35,42 a	44,17 a	36,25 a	45,25 a	36,75 a
<i>Cobertura</i>	38,83 a	32,50 a	39,25 b	32,33 a	39,08 b	32,08 b	39,08 b	31,42 b	39,67 b	32,50 b
DMS	Épocas de aplicação dentro de doses de N – 1,59									

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento da interação doses de N dentro de épocas de aplicação, para a 1ª leitura em clorofilômetro no ano de 2008 (Figura 2) e 2009 (Figura 3) constatou-se aumento linear do teor de N em folhas do feijoeiro à medida do acréscimo das doses de N aplicados na semeadura.

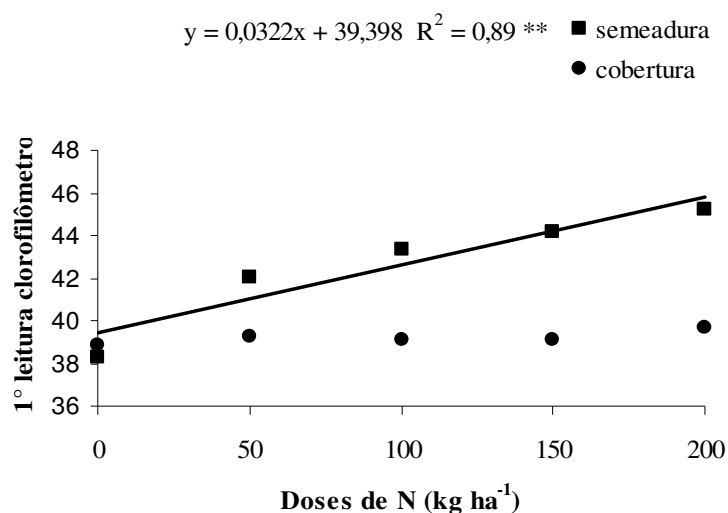


Figura 2 – Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para 1ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.

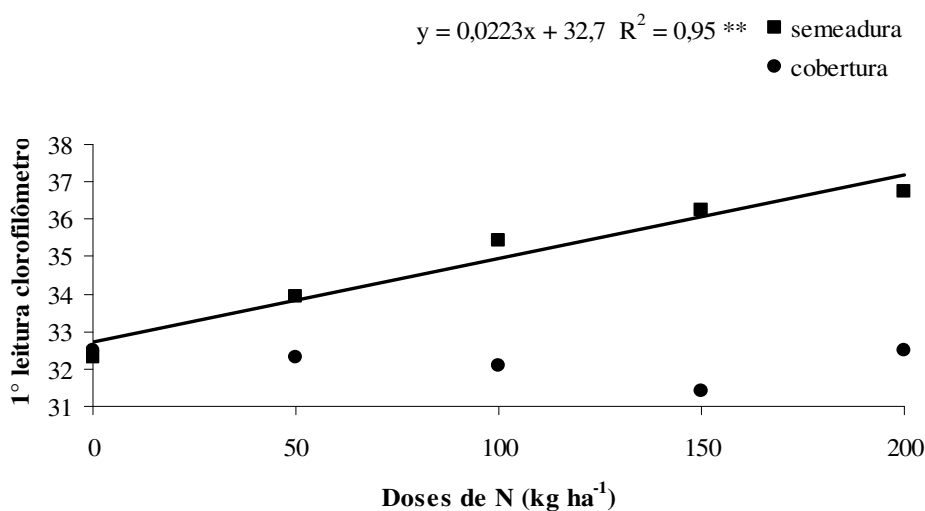


Figura 3 – Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para 1ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

No desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para a 2ª leitura no ano de 2008 (Tabela 4), observa-se que quando o N foi aplicado todo na semeadura nas doses de 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, as plantas de feijoeiro apresentaram maior teor do nutriente nas folhas. Isso pode ter ocorrido devido à maior permanência do nutriente no solo, pois como o mesmo foi aplicado na semeadura e se tratando de cultivo de inverno onde normalmente o volume de chuva é menor, diminuindo as perdas do nutriente por lixiviação, assim o N permaneceu mais tempo no solo, possibilitando um melhor aproveitamento da planta na assimilação do nutriente.

Tabela 4 – Desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.

	0	50	100 Kg ha ⁻¹	150	200
<i>Semeadura</i>	44,08 a	47,92 a	48,83 a	50,67 a	50,33 a
<i>Cobertura</i>	44,58 a	43,50 b	43,67 b	44,58 b	43,83 b
DMS	Épocas de aplicação dentro de doses de N – 2,60				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para a 2ª leitura em clorofilômetro no ano de 2008 (Figura 4), houve um ajuste quadrático a medida com que se foi aumentando as doses de N, onde quando aplicado 172 kg ha⁻¹ de N foi onde se observou o maior teor de N nas folhas do feijoeiro de inverno cultivado no sistema plantio direto.

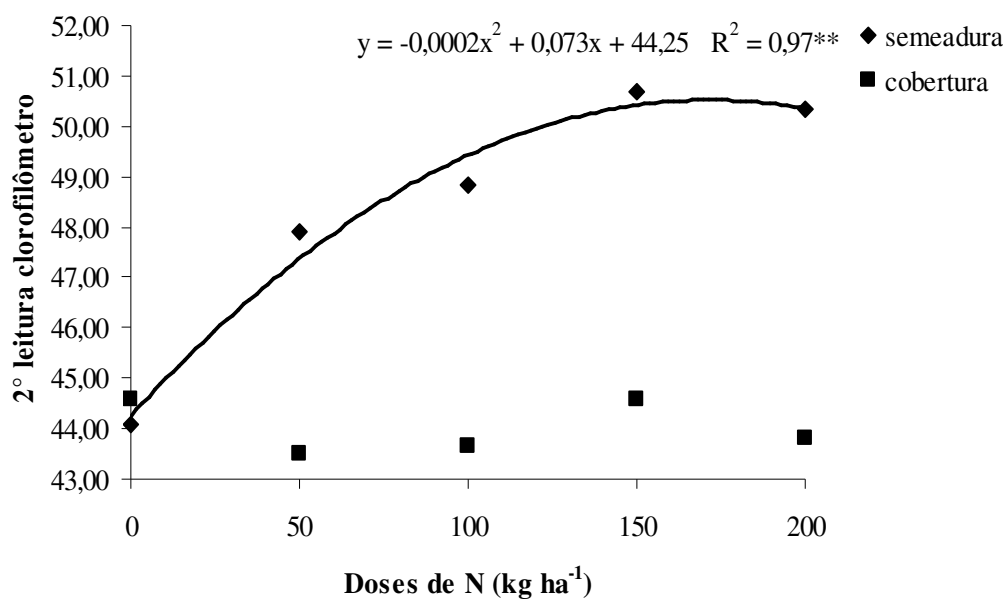


Figura 4 – Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.

Para o desdobramento da interação fontes dentro de doses de N para a 2ª leitura em clorofilômetro, no ano de 2009 (Tabela 5), não houve diferenças significativas para as fontes de N utilizadas dentro de cada dose.

Tabela 5 – Desdobramento da interação fontes dentro de doses de nitrogênio para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

	0	50	100	150	200
	<i>kg ha⁻¹</i>				
	2009	2009	2009	2009	2009
Uréia	47,50 a	45,50 a	46,50 a	46,37 a	47,00 a
Entec® 26	45,50 a	48,12 a	47,12 a	47,87 a	47,00 a
Sulfato de amônio	44,62 a	45,25 a	47,87 a	49,62 a	50,25 a
DMS	Fontes dentro de doses de nitrogênio – 3,32				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento da interação doses dentro de fontes de N, para 2ª leitura em clorofilômetro no ano de 2009 (Figura 5), verifica-se que quando se aumentaram as doses de sulfato de amônio, houve um aumento linear no teor de N foliar no momento da 2ª leitura em clorofilômetro. Para as fontes uréia e Entec[®] 26 não foram observadas diferenças significativas.

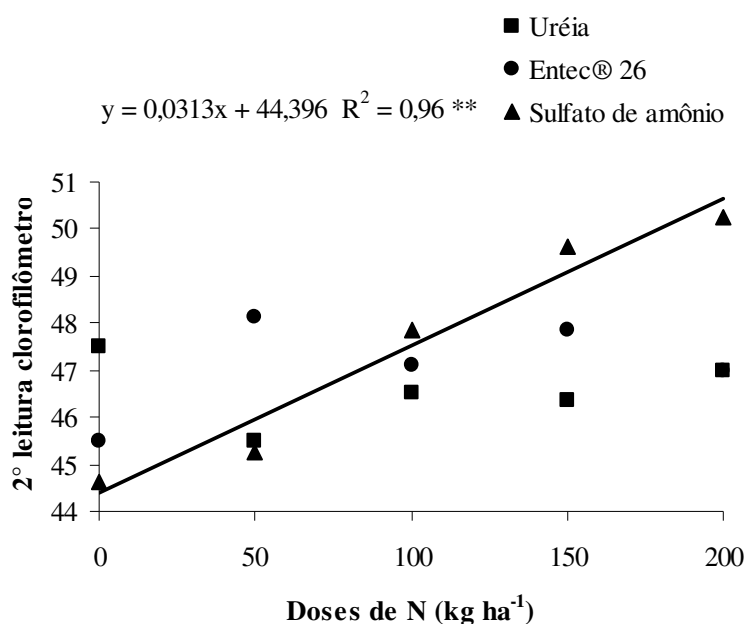


Figura 5 – Desdobramento da interação doses dentro de fontes de nitrogênio para 2ª leitura em clorofilômetro, em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

Para o desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para o teor de N em folhas no ano de 2008 (Tabela 6), observa-se que quando utilizado da dose de 50 kg ha⁻¹ de N, aplicado em cobertura, as plantas do feijoeiro apresentaram maior teor de N foliar. Para as demais épocas de aplicação dentro de cada dose de N, não foram observadas diferenças significativas para esse parâmetro analisado.

Tabela 6 – Desdobramento da interação épocas de aplicação dentro de doses de nitrogênio para teor de N em folhas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.

	0	50	100	150	200
	<i>Kg ha⁻¹</i>				
<i>Semeadura</i>	39,67 a	44,00 b	50,67 a	51,33 a	53,17 a
<i>Cobertura</i>	40,83 a	49,17 a	49,83 a	49,50 a	51,67 a
DMS	Épocas de aplicação dentro de doses de N – 2,98				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para o teor de N foliar no ano de 2008, houve um ajuste linear quando o N foi aplicado na semeadura, ou seja, quando se foi aumentando as doses de N, consequentemente foi aumentando o teor de N foliar. Já quando o N foi aplicado em cobertura houve um ajuste quadrático, ou seja, quando aplicado 150 kg ha⁻¹ de N, foi onde se observou maior teor do nutriente nas folhas do feijoeiro cultivado no período de inverno.

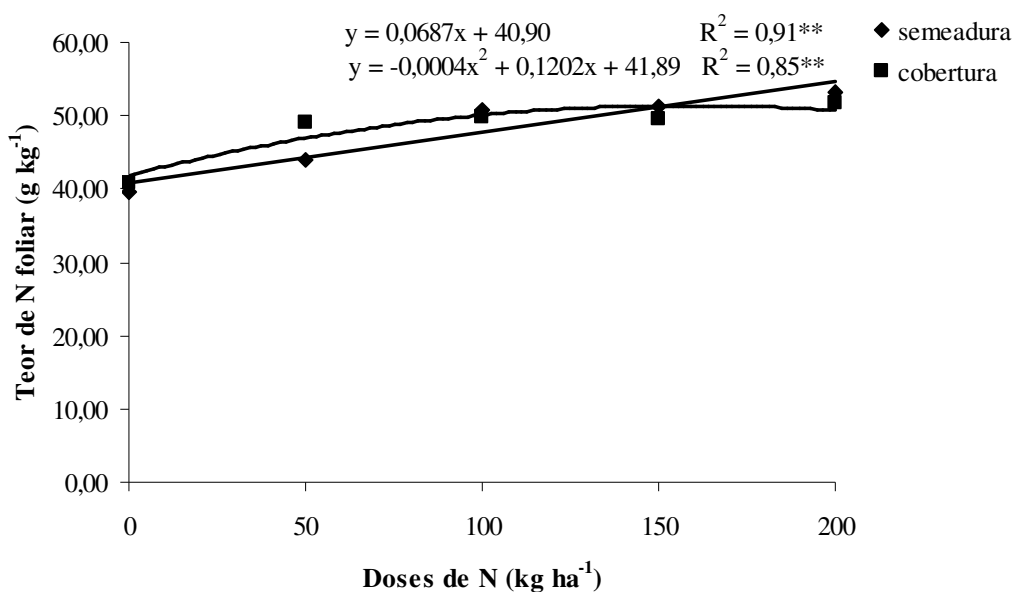


Figura 6 – Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para teor de nitrogênio foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2008.

Na Tabela 7 estão apresentados os dados de população final de plantas, massa de 100 grãos e número de vagem planta⁻¹ do feijoeiro. Para os dados de população final, no ano de 2008 não foi observada diferença significativa para as fontes, épocas e doses de N utilizadas. Dalastra et al. (2004), utilizando uréia, sulfato de amônio e Entec[®] 26 em cultivo do feijão das águas e Souza (2006), utilizando uréia e Entec[®] 26, em cultivo de inverno, também não observaram diferenças na população de plantas inicial e final. Já no ano de 2009 foi observada diferença significativa para os tratamentos utilizados, bem como pela interação E x D e F x E x D.

Para massa de 100 grãos (Tabela 7) no ano de 2008, não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos tratamentos utilizados. Perez et al. (2007) e Arf et al. (2007) também não observaram o efeito de fontes (uréia, Entec[®] 26 e sulfato de amônio) em cultivo de inverno, mas obtiveram maiores valores de massa de 100 grãos quando aplicaram o nitrogênio todo na semeadura na dose de 80 kg ha⁻¹ ou parcelado em 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura no estágio V₃ (ARF et al., 2007). Já Soratto et al. (2003) verificaram que o parcelamento do N (com aplicação de todo o N na semeadura, ou com aplicação de 1/2 na semeadura + 1/2 em cobertura, utilizando a dose de 70 kg ha⁻¹ de nitrogênio) não influenciaram a massa de 100 grãos. Souza (2006) utilizando como fonte a uréia e o Entec[®] 26 aplicadas em diferentes épocas (semeadura, 20 DAE e 36 DAE) e Binotti (2006), utilizando uréia e sulfato de amônio (na semeadura ou 1/3 da dose na semeadura + 2/3 na fase V₄), não observaram efeito dos tratamentos nesta mesma variável. Silva et al. (2002) também não verificaram efeito de modos de aplicação de N (parceladamente ou dose única em três épocas de aplicação – antecipadamente 20 DAS, semeadura e em cobertura 35 DAPEP) na massa de 100 grãos. Já no ano de 2009, foram observadas diferenças significativas para épocas de aplicação (E), doses de N (D) e interações F x D e E x D sobre a massa de 100 grãos.

Tabela 7 – População final, massa de 100 grãos e número de vagens planta⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, sob diferentes fontes, épocas e doses de nitrogênio. Selvíria (MS), 2008 e 2009.

Tratamentos	População final (plantas ha ⁻¹)		Massa de 100 grãos (g)		Vagem planta ⁻¹		
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	
<i>Fontes de nitrogênio</i>							
Uréia	227.249	200.632	24,8	22,2	10,72	10,47	
Entec [®] 26	230.054	222.534	25,4	22,2	12,47	9,57	
S. amônio	224.832	214.552	24,5	21,9	12,20	9,95	
<i>Épocas de aplicação</i>							
Semeadura	227.888	200.403	24,6	22,3	11,90	10,80	
Cobertura	226.869	224.743	25,3	21,9	11,70	9,20	
<i>Doses de nitrogênio (kg ha⁻¹)</i>							
0	232.869	229.116	24,2	21,5	11,00	8,12	
50	224.073	225.900	24,3	21,7	11,96	8,67	
100	228.240	212.937	25,2	22,2	11,67	10,12	
150	227.730	204.964	25,5	22,5	12,79	10,12	
200	223.980	189.948	25,6	22,6	11,58	12,96	
F	Fontes (F)	0,78 ns	18,65 **	0,65 ns	0,93 ns	3,21 ns	2,34 ns
	Épocas(E)	0,09 ns	67,43 **	1,03 ns	6,12 *	0,11 ns	22,01 **
	Doses (D)	0,92 ns	23,25 **	0,81 ns	6,19 **	0,93 ns	24,20 **
	F x E	2,80 ns	14,84 **	1,19 ns	1,75 ns	0,05 ns	4,52 *
	F x D	1,01 ns	1,07 ns	1,04 ns	2,19 *	0,83 ns	1,56 ns
	E x D	0,45 ns	24,68 **	0,24 ns	2,88 *	1,76 ns	3,66 **
	F x E x D	1,64 ns	4,68 ns	1,10 ns	0,45 ns	2,06 ns	1,96 ns
	CV (%)	8,21	7,64	14,41	4,34	28,16	18,68

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

Para o número de vagens planta⁻¹ não foram observadas diferenças significativas no ano de 2008. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Perez et al. (2007), que usando três fontes de nitrogênio (Entec[®] 26, sulfato de amônio e uréia) aplicadas na semeadura ou em cobertura, no estágio V₄, do feijoeiro de inverno em 5 doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) não encontraram diferença significativa, tanto para épocas de aplicação quanto para fontes de N no número de vagens e de grãos planta⁻¹. Silva et al. (2002) não verificaram efeito dos modos de aplicação de N (parceladamente ou dose única em três épocas de aplicação - antecipadamente 20 DAS, semeadura e em cobertura 35 DAPEP) no número de vagens planta⁻¹, no cultivo de 1999 e 2000, com exceção no primeiro ano de cultivo, que aplicação de todo adubo nitrogenada (120 kg ha⁻¹) ao 35 dias após emergência das plântulas (DAPEP) proporcionou um menor número de

vagens planta⁻¹ em relação aos tratamentos aplicação de dose única na semeadura e parceladamente (semeadura + cobertura). No ano de 2009 houve diferença significativa para épocas de aplicação (E), doses de N (D), interação Fontes (F) x E e E x D para vagens planta⁻¹.

Na Tabela 8 estão apresentados os dados do desdobramento da interação fontes de N e épocas de aplicação para a população final de plantas, onde se constatou que a uréia e sulfato amônio, quando aplicados na semeadura, acarretaram diminuição na população final de plantas. Este fato pode ter ocorrido devido à salinidade dos fertilizantes, causando injúrias às sementes e plantas e consequentemente redução na população. Na aplicação do N em cobertura não houve diferença significativa entre as fontes utilizadas. Porém essa diminuição da população de plantas não interferiu diretamente na produtividade, pois a cultivar Pérola, por apresentar crescimento prostrado, teve capacidade de compensar essa menor população de plantas no ano de 2009, conseguindo o fechamento das entrelinhas no período de florescimento obtendo produtividades superiores a 2 t ha⁻¹. De acordo com Souza et al. (2002), populações de plantas entre 120 a 300 mil plantas ha⁻¹ não alteram a produtividade de grãos do feijoeiro. Isto evidencia a existência de uma grande capacidade de compensação dos componentes primários da produtividade do feijoeiro, resultando na prática, na obtenção de produtividades equivalentes com diferentes populações.

Tabela 8 – Desdobramento da interação fontes de nitrogênio dentro de épocas de aplicação; e de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para população final de plantas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

<i>Desdobramento de fontes de nitrogênio (N) dentro de épocas de aplicação</i>		
<i>Fontes de N</i>	<i>Épocas de aplicação</i>	
	Semeadura	Cobertura
Uréia	179.537 cB	221.728 aA
Entec® 26	220.994 aA	224.074 aA
Sulfato de amônio	200.679 bB	228.426 aA
	Fontes de N dentro de épocas de aplicação – 12244	
DMS	Épocas de aplicação dentro de fontes de N – 10203	
<i>Desdobramento de doses de nitrogênio (N) dentro de épocas de aplicação</i>		
<i>Doses de N (kg ha⁻¹)</i>	<i>Épocas de aplicação</i>	
	Semeadura	Cobertura
0	237.706 B	220.524 A
50	223.405 A	228.395 A
100	202.623 A	223.251 B
150	180.812 A	229.115 B
200	157.469 A	222.428 B
DMS	Épocas de aplicação dentro de doses de N – 13172	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação doses de N e épocas de aplicação, para a população final de plantas no ano de 2009 (Figura 7), observa-se resposta linear decrescente quando o N foi aplicado em semeadura, ou seja, à medida que se aumentaram as doses de N houve diminuição na população final de plantas, concordando com os dados obtidos por Silva et al. (2002), onde os autores mencionam que por ocasião da semeadura do feijoeiro não se pode aplicar nitrogênio em grande quantidade de uma só vez, porque na deficiência de outros nutrientes, pode causar desequilíbrios fisiológicos, injúrias às plantas, queimadura nas raízes, e posteriormente, nas plântulas e consequentemente redução no estande.

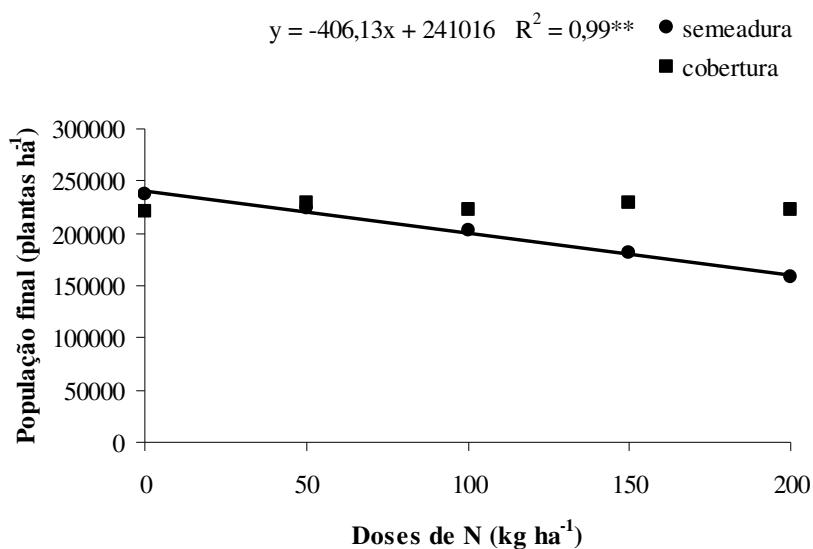


Figura 7 – Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para população final de plantas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

Na Tabela 9 estão apresentados os dados do desdobramento da interação fontes e doses de N para avaliação da massa de 100 grãos onde se verifica que quando utilizada a fonte uréia na dose de 100 kg ha⁻¹ obteve-se a menor massa de 100 grãos. Para a fonte Entec[®] 26 e sulfato de amônio não ocorreu diferença significativa entre as doses utilizadas.

Tabela 9 – Desdobramento da interação fontes dentro de doses de nitrogênio; e de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para massa de 100 grãos em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

<i>Desdobramento de fontes dentro de doses de nitrogênio (N)</i>			
<i>Doses de N (kg ha⁻¹)</i>	<i>Fontes de N</i>		
	Uréia	Entec [®] 26	Sulfato de amônio
0	22,00 A	21,50 A	21,12 A
50	21,75 A	21,37 A	21,87 A
100	21,50 B	23,00 A	22,25 AB
150	22,75 A	22,87 A	22,00 A
200	22,87 A	22,37 A	22,50 A
DMS	Fontes dentro de doses de N – 1,14		
<i>Desdobramento de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação</i>			
<i>Doses de N (kg ha⁻¹)</i>	<i>Épocas de aplicação</i>		
	Semeadura	Cobertura	
0	21,25 A	21,83 A	
50	22,08 A	21,25 B	
100	22,50 A	22,00 A	
150	22,67 A	22,42 A	
200	23,17 A	22,00 B	
DMS	Épocas de aplicação dentro de doses de N – 0,78		

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação doses e fontes de N (Figura 8), observa-se aumento linear da massa de 100 grãos para todas as fontes de N utilizadas.

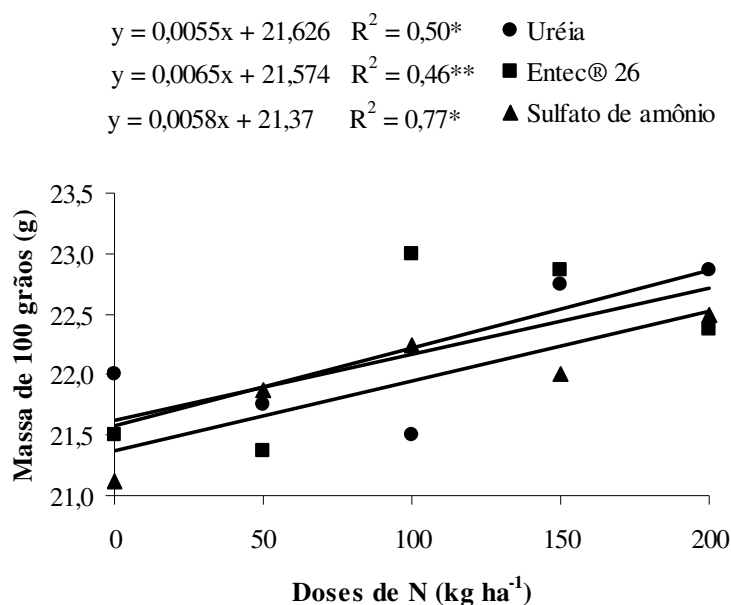


Figura 8 – Desdobramento da interação doses dentro de fontes de nitrogênio para massa de 100 grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

Para o desdobramento doses de N e época de aplicação (Figura 9), houve aumento linear na massa de 100 grãos quando o N foi aplicado todo em semeadura. Os resultados têm respaldo nos obtidos por Rapassi et al. (2003), Silva (2005), e Teixeira et al. (2000), que constataram aumento na massa de 100 grãos com a aplicação de nitrogênio.

Tabela 10 – Desdobramento da interação fontes de nitrogênio dentro de épocas de aplicação; e de doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para o número de vagem planta⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

<i>Desdobramento de fontes de nitrogênio (N) dentro de épocas de aplicação</i>		
<i>Fontes de N</i>	<i>Épocas de aplicação</i>	
	<i>Semeadura</i>	<i>Cobertura</i>
Uréia	12,00 aA	8,95 aB
Entec® 26	10,00 bA	9,15 aA
Sulfato de amônio	10,40 bA	9,50 aA
DMS	Fontes de N dentro de épocas de aplicação – 1,41	
	Épocas de aplicação dentro de fontes de N – 1,17	
<i>Desdobramento de doses de nitrogênio (N) dentro de épocas de aplicação</i>		
<i>Doses de N (kg ha⁻¹)</i>	<i>Épocas de aplicação</i>	
	<i>Semeadura</i>	<i>Cobertura</i>
0	8,33 A	7,92 A
50	8,83 A	8,50 A
100	10,83 A	9,42 A
150	11,08 A	9,17 B
200	14,92 A	11,00 B
DMS	Épocas de aplicação dentro de doses de N – 1,51	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já no desdobramento doses de N e épocas de aplicação (Figura 10), houve resposta linear no número de vagens planta⁻¹, quando o N foi aplicado em semeadura ou cobertura, concordando com os resultados obtidos por Nascimento (2005), onde o autor observou um aumento crescente no número de vagens planta⁻¹ de feijoeiro de inverno, quando se aumentou a dose de nitrogênio. Guerra et al. (2000), em feijoeiro irrigado, também observaram que o número de vagens planta⁻¹ aumentou com as doses de nitrogênio.

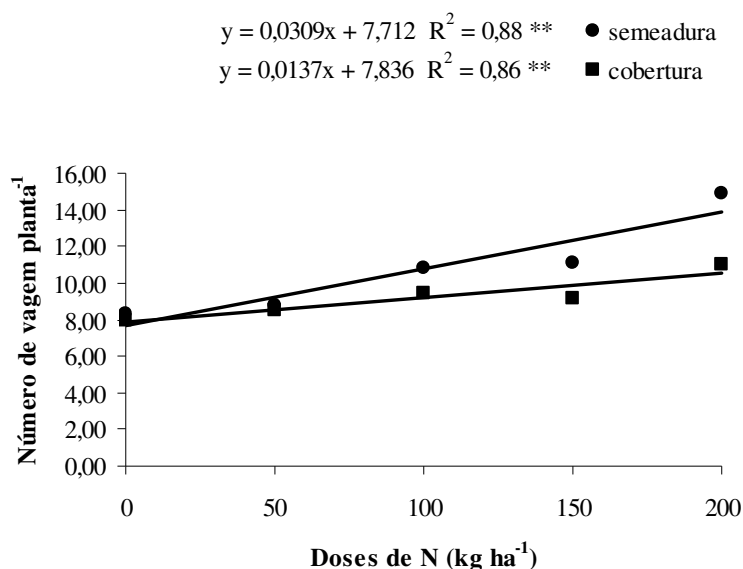


Figura 10 – Desdobramento da interação doses de nitrogênio dentro de épocas de aplicação para número de vagem planta⁻¹ de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

Na Tabela 11 estão apresentados os dados referentes ao número de grãos planta⁻¹, grãos vagem⁻¹ e produtividade de grãos do feijoeiro de inverno nos anos de 2008 e 2009. Na avaliação do número de grãos planta⁻¹, no ano de 2008 não houve diferença significativa para os parâmetros analisados, diferindo dos dados obtidos no ano de 2009, onde foi observada diferença significativa para as fontes de N (F), épocas de aplicação (E), doses de N (D) e para a interação (F) x (E). Para as doses de N, houve resposta linear crescente à medida que se aumentaram as doses de N, aumentando o número de grãos planta⁻¹.

Tabela 11 – Número de grãos planta⁻¹, grãos vagem⁻¹ e produtividade em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, sob diferentes fontes, épocas e doses de nitrogênio. Selvíria (MS), 2008 e 2009.

Tratamentos	Grãos planta ⁻¹		Grãos vagem ⁻¹		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Fontes de nitrogênio						
Uréia	48,07	51,07	4,62	4,72	2967	2381
Entec [®] 26	54,32	44,95	4,35	4,80	2964	2399
S. amônio	56,20	47,47	4,57	4,80	2975	2499
Épocas de aplicação						
Semeadura	53,67	52,10	4,58	4,85	2918	2512 a
Cobertura	52,07	43,57	4,45	4,70	3020	2341 b
Doses de nitrogênio (kg ha⁻¹)						
0	51,71	38,29 ¹	4,83	4,71	2640 ²	2237 ³
50	54,79	41,96	4,54	4,79	2805	2325
100	49,29	46,12	4,21	4,62	2909	2441
150	57,83	49,25	4,50	4,92	3265	2587
200	50,71	63,54	4,50	4,83	3227	2542
Fontes (F)	2,87 ns	3,18*	1,65 ns	0,16 ns	0,008 ns	1,70 ns
Épocas (E)	0,30 ns	18,35**	1,02 ns	1,47 ns	1,66 ns	9,11**
Doses (D)	1,12 ns	19,02**	2,62 ns	0,66 ns	9,46**	5,33**
F x E	0,14 ns	5,58**	2,12 ns	0,49 ns	1,62 ns	0,59 ns
F x D	1,24 ns	1,30 ns	1,09 ns	0,80 ns	1,13 ns	0,70 ns
E x D	1,71 ns	2,07 ns	0,42 ns	1,15 ns	0,94 ns	0,77 ns
F x E x D	1,78 ns	1,47 ns	0,57 ns	0,99 ns	0,61 ns	1,24 ns
Fontes	-	-	-	-	-	-
DMS Épocas	-	-	-	-	-	112,51
CV (%)	30,06	22,81	15,99	14,21	14,50	12,78

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

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

$$^1 y = 0,115x + 36,275 \quad R^2 = 0,88 \quad **$$

$$^2 y = 3,26x + 2642,80 \quad R^2 = 0,91 \quad **$$

$$^3 y = 1,74x + 2252,31 \quad R^2 = 0,89 \quad **$$

O número de grãos vagem⁻¹ (Tabela 11) nos dois anos de cultivo, não foi influenciado por quaisquer dos tratamentos utilizados, talvez por ser uma característica mais relacionada a cultivar utilizada e devido à reduzida influência das práticas culturais adotadas na cultura. Arf et al. (2007) e Binotti (2006) observaram que o número de grãos vagem⁻¹ não foi influenciado por fontes ou épocas de aplicação do nitrogênio, sendo ressaltada pelo último a maior influência da cultivar nesta variável.

Para o desdobramento da interação fontes de N e épocas de aplicação no número de grãos planta⁻¹ no ano de 2009 (Tabela 12), observou-se diferença significativa quando a uréia foi aplicada toda na semeadura proporcionando maior número de grãos planta⁻¹.

Tabela 12 – Desdobramento da interação fontes de nitrogênio e épocas de aplicação sobre o número de grãos planta⁻¹ em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2009.

	<i>Semeadura</i>	<i>Cobertura</i>
	<i>2009</i>	<i>2009</i>
Uréia	60,00 aA	42,15 aB
Entec [®] 26	47,45 bA	42,45 aA
Sulfato de amônio	48,85 bA	46,10 aA
DMS	Fontes de N dentro de épocas de aplicação	
	8,23	
	Épocas de aplicação dentro de fontes de N	
	6,86	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as demais fontes de N, não foi observada diferença significativa quando as mesmas foram aplicadas em semeadura ou cobertura.

Em relação aos dados de produtividade de grãos (Tabela 11), no ano de 2008 não foi observada diferença significativa para as fontes e épocas de aplicação de N. Arf et al. (2007) utilizando três fontes de nitrogênio (uréia, Entec[®] 26 e sulfato de amônio) e diferentes épocas de aplicação (Testemunha (sem N); todo N aplicado no estágio de desenvolvimento V₃; todo N aplicado no estágio de desenvolvimento V₄₋₅; parcelado 1/3 Semeadura + 2/3 Estádio V₃ e 1/3 Semeadura + 2/3 Estádio V₄₋₅) em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, também não verificaram aumento na produtividade devido às fontes e épocas de aplicação de nitrogênio.

No ano de 2008, para as doses de N houve ajuste linear crescente na produtividade, atingindo valores superiores a 3000 kg ha⁻¹. No ano de 2009 houve diferença significativa para

épocas de aplicação do N, onde quando o mesmo foi aplicado todo na semeadura se observou maior produtividade do feijoeiro, atingindo 2512 kg ha^{-1} .

Para as doses de N no ano de 2009, pode-se observar resposta linear crescente da produtividade de grãos com o aumento das doses de N, atingindo produtividades superiores a 2500 kg ha^{-1} com doses até 200 kg ha^{-1} , produtividade essa inferior ao ano de 2008. Resultados semelhantes foram obtidos por Kikuti et al. (2002) onde os autores estimaram que a resposta máxima do feijoeiro de inverno sob irrigação de 2332 kg ha^{-1} , com aplicação de 170 kg ha^{-1} de N. Pode-se notar que no ano de 2008 houve aumento de $4,16 \text{ kg}$ de grãos para cada quilo de nitrogênio aplicado, concordando com os dados obtidos por Buzetti et al. (1992) onde os autores constataram que a produtividade de grãos aumentou linearmente, onde para cada quilo de nitrogênio aplicado houve um aumento de $4,33 \text{ kg}$ de grãos.

Santos et al. (2003) obtiveram produtividade de $5,8$ e $6,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de grãos de feijão por quilo de N aplicado, com aplicação do nutriente todo na semeadura e 50% na semeadura mais 50% em cobertura. Rodrigues et al. (2002), estudando feijoeiro cultivado no inverno-primavera, obtiveram resposta linear às doses crescentes de nitrogênio, até a dose de 120 kg ha^{-1} . Isto mostra o potencial de resposta da cultura, e que o incremento na produtividade está associado aos cultivares utilizados, manejo do solo e da cultura, fixação biológica e o manejo das próprias fontes de nitrogênio.

Esse aumento na produtividade com o aumento da dose de N pode ser influência direta do aumento dos números de vagens e de grãos planta⁻¹, além da massa de 100 grãos, pois esses componentes de produção são considerados os de maior influência na determinação da produtividade do feijoeiro.

O fato de no ano agrícola de 2008, ter-se obtido maiores produtividades em relação a 2009 pode ser evidenciado pelo efeito existente entre a relação C/N da cultura antecessora, que em 2008 foi a cultura do milho (relação C/N 43:1), (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997) e no ano agrícola de 2009 a cultura do arroz (relação C/N 40-50:1), (RAO; MIKKELSEN, 1996), interferindo assim na produtividade de grãos, ou seja, para maiores valores de relação C/N da cobertura, menor poderá ser a produtividade de grãos. Isto ocorre em decorrência da maior imobilização de nitrogênio do solo pelos microrganismos para a decomposição dos restos culturais destas espécies.

De acordo com Silveira et al. (2005), embora grande quantidade de nitrogênio possa estar contida na parte aérea das culturas denominadas de cobertura do solo, a quantidade real de nitrogênio aproveitada pela cultura em sucessão dependerá do sincronismo entre a decomposição da fitomassa e a taxa de demanda da cultura sucessora, portanto, a estimativa da quantidade de nitrogênio disponibilizada é fundamental para se determinar a dose de nitrogênio a ser fornecida via adubação mineral, seguindo os critérios de produtividade, retorno econômico e preservação ambiental.

5 CONCLUSÕES

- Não houve diferença na produtividade do feijoeiro de inverno no cerrado entre as fontes de N utilizadas (uréia, Entec[®] 26 e sulfato de amônio);
- A aplicação de todo nitrogênio na semeadura pode propiciar a obtenção de maiores produtividades de grãos no cultivo do feijoeiro irrigado;
- O aumento nas doses de nitrogênio proporcionou incremento na produtividade de grãos, até a máxima dose estudada de 200 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. ; BUZETTI, S. Adubação nitrogenada em cobertura e via foliar em feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa/CNPAP, 1999. p. 737-740.
- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.
- ANDRADE, W. E. B.; SOUZA-FILHO, B. F.; FERNANDES, G. M. B.; SANTOS, J. G. C. **Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK**. Niterói: PESAGRO-RIO, 1999. 5 p. (Comunicado Técnico, 248).
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 187-203. (Boletim Técnico, 100).
- ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G. U. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 41, n. 5, p. 442-450, 1994.
- ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M. E.; BUZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 233-255.
- ARF, M. V.; BUZETTI, S.; ODA, S. Y.; FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 31., 2007, Gramado, RS. **Livro de Resumos...** Gramado: [s.n.], 2007. v. 1. p. 19.
- ARF, O.; FERNANDES, F. M.; JACOMINO, A. P. Comparação de fontes e doses de adubos nitrogenados na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivado no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3., Vitória, 1990. **Resumos...** Vitória: EMBRAPA/CNPAP, 1990. p. 225.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, I. P. Plantio direto. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

BARBOSA, C. B. **Manual da cultura do feijão comum e irrigado**. Viçosa, MG: [s.n.], 2007. 243 p.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 93, p. 1-5, março, 2001.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para o feijoeiro comum irrigado. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, 2001.

BINOTTI, F. F. S. **Fontes, doses e parcelamento do nitrogênio em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; ROMANINI JUNIOR, A.; FERNANDES, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Manejo do solo e da adubação nitrogenada na cultura de feijão de inverno e irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 121-129, 2007.

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 Agronômica**, Ilha Solteira, v. 1, p. 11-19, 1992.

BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; KATAQUE, R. F.; TAMAKI, K.; FRANCO, L. G. B.; ARF, O. Efeito da adubação via solo e foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar “carioca”. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3., Vitória, 1990. **Resumos...** Vitória: EMBRAPA/CNPAF, 1990. p. 226.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 8, n. 1, p. 56-60, 1995.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter reading in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 24, n. 17/18, p. 2507-2516, 1993.

CARVALHO, A. M.; SILVA, A. M.; COSTA, E. F.; COUTO, L. Influência da fertirrigação no rendimento de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) cv. Carioca. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 503-511, 1992.

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 (*Phaseolus vulgaris*) sob influência de parcelamentos e fontes de N. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 617-624, 2001.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

COMPO DO BRASIL. **Entec® 26**: linha de produtos, fertilizantes especiais estabilizados. [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <http://www.compodobrasil.com/produtos/entec_26.htm>. Acesso em: 14 out. 2007.

COSTA, A. C. S.; FERREIRA, J. C.; SEIDEL, E. P.; CÁSSIO, A. T.; PINTRO, J. C. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos Argilosos tratados com uréia. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 467-473, 2004.

DALASTRA, I. M.; GUIMARÃES, V. F.; LOPES, M. C.; ANDREOTTI, M.; SANTOS, W. J. M. M.; BRACHTVOGEL, E. L.; KOLLING, J. A. Produtividade do feijão das águas em função do modo de aplicação e fontes de adubos nitrogenados em sistema plantio direto. In: **FERTBIO 2004**, Lages, 2004. 1 CD-ROM.

DEL PELOSO, M. J. D.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, C. C.; MOREIRA, J. A. A.. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 571-588.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 385 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão – CNPAF. **Cultivares de feijão recomendados para plantio no ano agrícola 1996/97**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1997. 24 p. (Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão, 4).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Embrapa Soja - CNPSo. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa/CNPSo, 2006. 306 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: EMBRAPA-SCT / EMBRAPA-CNPAF, 1999. 224 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba: FEALQ, 2007. 386 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 4.2**. Lavras: DEX/UFLA, 2003. 79 p.

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**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 171-175, 1996.

FREIRE, F. M.; VASCONCELLOS, C. A.; FRANÇA, G. E. de. Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 49-62, 2000.

GERENDÁS, J.; PIEPER, I. Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes. In: HORST, W. J.; SCHENK, M. K.; BÜRKERT, A.; CLAASSEN, N.; FLESSA, H.; FROMMER, W. B.; GOLDBACH, H.; OLFS, H. W.; RÖMHELD, V.; SATTELMACHER, B.; SCHMIDHALTER, U.; SCHUBERT, S.; WIRÉN, N. V.; WITTERNMAYER, L. (Eds.). **Plant nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001.

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 Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 307-313, 1999.

GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.

GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 139-167.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistema de manejo do solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 145-154, 1999.

HUSSAIN, F.; BRONSON, K. F.; SINGH, Y.; SINGH, B.; PENG, S. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 5, p. 875-879, 2000.

KELLER, G. D.; MENGEL, D. E. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 50, p. 1060-1063, 1986.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, N. M. B.; SILVA, V. M. P. C. Produtividade do feijoeiro comum em função de doses de N e P. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 709-711.

KNOBLAUCH, R.; BACHA, R. E. Efeito do fertilizante “Entec 26” na produtividade e nos componentes do rendimento do arroz irrigado cultivado em sistema pré-germinado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Orium, 2005. v. 2, p. 398-399.

LARA, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 345-352, 1990.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004.

MALAVOLTA, E. Nutrição e Adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., 1972, Campinas. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1972. p. 211-242.

MALAVOLTA, E.; NOGUEIRA, N. G. L.; HEINRICHS, R.; HIGASHI, E. N.; RODRIGUEZ, V.; GUERRA, E.; OLIVEIRA, S. C.; CABRAL, C. P. Evaluation of nutritional status of the cotton plant with respect to nitrogen. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 35, p. 1007-1019, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. ; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

NASCIMENTO, M. S. **Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar em feijoeiro de inverno em sistema de plantio direto**. 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

NASCIMENTO, R. S. **Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno em sistema plantio direto**. 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 169-221.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; LUIS, R. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, p. 59-65, 1992.

PEREZ, A. A. G.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.

PENG, S.; GARCIA, F. V.; LAZA, R. C.; CASSMAN, K. G. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 5, p. 987-990, 1993.

PIRES, A. A.; LEITEN, U. T.; ARAÚJO, G. A. A. Interferência de épocas e participação da aplicação de Mo via foliar na absorção de Mo e N pelo feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos....** Viçosa: UFV, 2002. p. 677-680.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 101-131.

RAO, D. N.; MIKKELSEN, D. S. Effect of rice straw incorporation on rice plant growth and nutrition. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 5, p. 752-755, 1996.

RAPASSI, R. M. A.; VALÉRIO FILHO, W. V.; SÁ, A. A. B.; SÁ, M. E.; CARVALHO, M. A. C.; BUZETTI, S.; ARF, O. Níveis e fontes de nitrogênio sobre o feijoeiro de inverno. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 12, n. 1, p. 103-115, 2003.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; RESENDE, 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, 2002.

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

SANTI, A. L.; DUTRA, L. M. C.; JAUER, A.; BONADIMAN, R.; BELLÉ, G. L.; DELLA FLORA, L. P. Parcelamento e épocas de aplicação do nitrogênio no feijoeiro cultivado em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Solo: alicerce dos sistemas de produção**. Viçosa, MG: Agromídia, 2003. 1 CD-ROM.

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, 2003.

SARRUGE, J. R.; HAGG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: [s.n.], 1974. 54 p.

SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M.; BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter reading. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 23, n. 17/20, p. 2173-2178, 1992.

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

SILVA, E. C. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) da uréia, do milho e da crotalária pelo milho sob semeadura direta em solo de cerrado**. 2005. 111 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA, M. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002. Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 612-614.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; BUZETTI, S. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no período de inverno. I. Características agronômicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA, 1999. p. 805-808.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, p. 1-17, 2000.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.

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

SORATTO, R. P.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. R. B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

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, 2004.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. 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.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.

SOUZA, E. D. **Efeito de fontes, doses e épocas da adubação nitrogenada sobre os componentes de produção e a produtividade do feijoeiro irrigado em plantio direto**. 2006. 26 f. Dissertação (Mestrado) –Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

STONE, L. F.; SILVA, G. de M.; MOREIRA, J. A. A. Uso do clorofilômetro SPAD-502 na estimativa do nitrogênio foliar específico e da produtividade do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 743-746.

STONE, L. F.; SILVEIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p. 702-705.

TAKEBE, M.; YONEYAMA, T. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v. 23, n. 1, p. 86-93, 1989.

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, 2000.

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

Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

Van RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. p. 11-31. (Boletim Técnico Instituto Agrônômico, 81).

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 600 p.

VIEIRA, S. M.; RONZELLI JUNIOR, P.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S.; PREVEDELLO, B. M. S. Nitrogênio, molibdênio e inoculante para a cultura do feijoeiro. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 1, n. 1/2, p. 63-66, 2000.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 1191-1197, 1997.

APÊNDICE A



Figura A1 - Vista geral da área experimental aos 8 DAE. Selvíria (MS), 2008.



Figura A2 – Sistema de irrigação da área experimental. Selvíria (MS), 2008.



Figura A3 – Leitura em clorofilômetro. Selvíria (MS), 2008.



Figura A4 – Vista geral da área experimental 2 DAE. Selvíria (MS), 2009.



Figura A5 – Feijoeiro com as folhas cotiledonares completamente desenvolvidas. Selvíria (MS), 2009.