



## MANEJO DO SOLO, INOCULAÇÃO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO DE INVERNO

Flávia Catiuci Robim da Silva<sup>1</sup>, Orivaldo Arf<sup>2</sup>, Matheus Elache Rosa<sup>3</sup>, Carla Regina Pinotti<sup>4</sup>, Cleiton Herrera Rover<sup>5</sup>, Amanda Ribeiro Peres<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Engenheira agrônoma – Faculdade de Engenharia da UNESP – Campus de Ilha Solteira. <sup>2</sup>Prof. Dr. Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de alimentos e Sócio Economia – Faculdade de Engenharia da UNESP – Campus de Ilha Solteira. <sup>3</sup>Pós-graduando em Agronomia – Faculdade de Engenharia da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira. <sup>4</sup>Cursando Agronomia – Faculdade de Engenharia da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira. <sup>5</sup>Pós-graduando em Agronomia – Faculdade de Engenharia da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira. <sup>6</sup>Pós-graduando em Agronomia – Faculdade de Engenharia da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira.

**RESUMO:** O feijão é uma planta exigente em nutrientes, principalmente em relação ao nitrogênio. A adoção de um sistema de preparo que possibilite melhorar as condições do solo, associada ao fornecimento adequado de nitrogênio pode ser de suma importância no sentido de aumentar a eficiência da planta na utilização dos recursos disponíveis, evidenciando a possibilidade de aumento na produtividade. Assim propôs-se o estudo com o objetivo de estudar diferentes combinações de preparo de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro irrigado. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS) no período de inverno de 2007. O delineamento experimental foi de blocos casualizados dispostos em esquema fatorial com 24 tratamentos, constituído de três modalidades de preparo do solo (escarificador + grade niveladora, grade pesada + grade niveladora e plantio direto), inoculação de sementes e diferentes doses de nitrogênio em cobertura (zero, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Concluiu-se que os diferentes manejos do solo (grade pesada, escarificador ou plantio direto) não influenciaram a produtividade do feijoeiro de inverno irrigado; o uso de sementes inoculadas com *Rhizobium tropici* não alterou a produtividade do feijoeiro, entretanto a adubação nitrogenada em cobertura aumentou linearmente a produtividade de grãos de feijão até a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., plantio direto, *Rhizobium tropici*.

## MANAGEMENT OF SOIL, SEED INOCULATION AND APPLICATION OF NITROGEN ON THE COVERAGE OF WINTER BEAN

**ABSTRACT:** The bean is a plant nutrient demanding, particularly in relation to nitrogen. The adoption of a preparation system that enables better soil conditions, associated with adequate supply of nitrogen can be very important to increase plant efficiency in the use of available resources, showing the possibility of increased productivity. Thus it was proposed to study with the aim of studying different combinations of preparation of soil, seed inoculation and nitrogen levels on development and productivity of irrigated beans. The experiment was conducted in Selvíria (MS) during the winter of 2007. The experimental design was randomized blocks in a factorial with 24 treatments, consisting of three types of soil preparation (chisel plow + disc harrows, harrow + disc harrows and tillage), seed inoculation and different doses of nitrogen (zero, 60, 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup>) with four replications. It was concluded that the different soil (heavy, chisel plow or no tillage) did not affect the bean productivity of irrigated winter, the use of seeds inoculated with *Rhizobium*

tropici did not affect bean productivity, however, the dressing of nitrogen fertilizer increased linearly grain productivity of beans to 180 kg ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** Phaseolus vulgaris L., no tillage, Rhizobium tropici.

## INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é a espécie mais cultivada no mundo entre as demais do gênero Phaseolus, sendo o Brasil é o seu maior produtor Yokoyama (2002). Segundo Silveira et al. (2001), no cultivo de inverno, a utilização de insumos de forma adequada, como sementes de boa qualidade e irrigações têm permitido a obtenção de produtividade bem acima da média nacional. Entretanto, são necessários ajustes nas técnicas de manejo, adequando-as aos diferentes sistemas de cultivo. A adubação nitrogenada é uma delas, embora o feijoeiro via associação com a bactéria do gênero Rhizobium, atenda parte da sua exigência, a quantidade fornecida por esse processo normalmente é insuficiente, necessitando de adubação mineral.

A planta de feijão é considerada exigente em nutrientes em decorrência do sistema radicular superficial e ciclo curto Rosolem & Marubayashi (1994). Entre as deficiências nutricionais que mais ocorrem, a de nitrogênio é a mais freqüente, devendo-se precisar a dose e época corretas, propiciando boa nutrição da planta no momento em que ainda é possível aumentar o número de vagens, ou seja, até o início do florescimento Carvalho et al. (2001).

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. O uso de máquinas pesadas para essas operações pode comprometer o desenvolvimento da cultura. O sistema de plantio direto tem sido adotado expressivamente por agricultores. Nesse manejo, além da conservação do solo, a camada de palha na superfície traz vários benefícios para o solo nos aspectos físicos,

químicos e biológicos. Os sistemas de manejo com menor revolvimento, como o cultivo mínimo ou o plantio direto, em virtude da maior proteção que conferem ao solo, da restrita mobilização da camada arável e da maior diversificação de espécies, têm sido mais viáveis, conciliando produtividade satisfatória, economicidade e equilíbrio ambiental Urchei et al. (2000).

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do manejo do solo, inoculação de sementes com estirpe de Rhizobium tropici e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno.

## MATERIAL E MÉTODOS



O projeto foi instalado no período de inverno, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS, que tem como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul e 335 metros de altitude. O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho distrófico de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA (2006). A precipitação média anual é de 1.370mm, temperatura média anual de 23,5°C e umidade relativa do ar, média anual, de 70 a 80%.

### Análise química do solo

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e realizada a análise química (Tabela 1) de acordo com metodologia proposta por Raij & Quaggio (1983).

**Tabela 1.** Resultados da análise química do solo na camada de 0,00 - 0,20m.

| P resina<br>mg dm <sup>-3</sup> | M.O.<br>g dm <sup>-3</sup> | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | K   | Ca | Mg | H+Al | CTC | v<br>(%) |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----|----|----|------|-----|----------|
| mmol c dm <sup>-3</sup>         |                            |                         |     |    |    |      |     |          |
| 30                              | 20                         | 5,0                     | 1,4 | 22 | 5  | 20   | 78  | 58       |

### **·Preparo da área para semeadura**

A semeadura foi realizada em área anteriormente ocupada com a cultura do milho. Na área com os tratamentos em plantio direto foi realizada a dessecação da cobertura vegetal, através da utilização do herbicida glifosato (1.560g ha<sup>-1</sup> de i.a.).

### **·Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 24 tratamentos constituídos pela combinação de três preparo de solo (escarificador+grade niveladora, grade pesada+grade niveladora e plantio direto), presença e ausência de inoculação de sementes com estirpes de *Rhizobium tropici* e aplicação de doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de seis linhas de seis metros de comprimento, sendo considerada como área útil as 4 linhas centrais, desprezando-se 0,5 metros das extremidades de cada linha. Utilizou-se o programa SAS para realização das análises de variância.

### **·Instalação e condução do experimento**

O feijão foi semeado no dia 07 de maio de 2007, utilizando o cultivar Pérola que apresenta grãos do tipo Carioca e plantas do tipo III, no espaçamento de 0,45 m entrelinhas e 12 - 13 sementes viáveis por metro. As sementes não receberam tratamento com inseticidas ou fungicidas. Parte das parcelas foi semeada com sementes inoculadas e o restante sem inoculação.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi constituída de 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-30-10, calculada de acordo com as características químicas do solo e as recomendações de Ambrosano et al. (1996). Por ocasião da semeadura, todos os tratamentos receberam a aplicação de 10 kg ha<sup>-1</sup> de N com o objetivo de fornecer o nutriente na fase inicial de desenvolvimento das plantas, sem prejudicar a nodulação Voss (1989).

Após a semeadura a área foi irrigada para promover a germinação das sementes. A

emergência ocorreu no dia 15 de maio de 2007, aos 8 dias após a semeadura. O adubo nitrogenado utilizado em cobertura teve como fonte a uréia e foi aplicado 30 dias após a emergência das plantas. Após a aplicação, a área foi irrigada com o objetivo de minimizar as perdas do nutriente por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi realizado no dia 30 de maio com a aplicação do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (160g + 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), em pós - emergência, com objetivo de controlar gramíneas e folhas largas. Nos dias 04 de julho e 13 de julho de 2007 foram realizadas pulverizações inseticidas e fungicidas com o objetivo de controlar ou prevenir o aparecimento das principais pragas e doenças que atacam a cultura.

A colheita ocorreu no dia 16 de agosto de 2007 e foram colhidas 2 linhas centrais de 5 metros de comprimento da área útil das parcelas. As plantas foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas à trilha manual, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> (13 % base úmida).

### **·Irrigação**

O fornecimento de água foi realizado através de um sistema de irrigação por aspersão do tipo convencional com precipitação de 3,3 mm hora<sup>-1</sup> nos aspersores.

### **·Avaliações realizadas no período**

#### **-Florescimento pleno**

Foi avaliado o número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas das parcelas. O florescimento ocorreu no dia 25 de junho de 2007, aos 40 dias após a emergência das plântulas.

#### **-População de plantas**

Foi avaliada a população de plantas através da contagem das plantas em duas linhas de 5m da área útil das parcelas no início e final do desenvolvimento da cultura.

#### **-Massa seca das plantas**

Por ocasião do florescimento pleno das plantas, foram coletadas 8 plantas ao acaso na área de cada parcela, para determinação da

massa seca. As amostras foram levadas ao laboratório, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 - 70°C, até atingir peso constante. Posteriormente as amostras foram pesadas.

#### **-Índice de área foliar**

Para estimar a área foliar, utilizou-se o método de disco de folha de área conhecida, conforme recomendado por Magalhães (1979). Utilizou-se um perfurador com 2,97 cm de diâmetro, com o objetivo de relacionar a massa seca da área conhecida do disco com a massa seca de todas as folhas de cada planta. Estes discos de folhas, em número de 20, obtidos de folhas da parte inferior, média e superior das plantas, foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de ventilação forçada, para secagem até massa constante. O restante das folhas usadas para a retirada dos discos e as não usadas foram acondicionadas em outro saco de papel e levadas à estufa para secagem. Estimou-se a área dessas folhas a partir das relações entre massa seca dos discos, área total dos discos (soma das áreas de todos os discos de uma mesma planta) e a massa seca total das folhas amostradas (folhas usadas, folhas não usadas e dos discos). Para determinar o IAF, dividiu-se a área foliar da planta pela área de solo disponível à mesma.

#### **-Número de nódulos**

Foi avaliado o número de nódulos presentes no sistema radicular de cinco plantas na área útil das parcelas de um único bloco. As plantas foram arrancadas com enxadão na camada de 0,00 - 0,15 m.

#### **-Teor de nitrogênio nas folhas**

Para a determinação do teor de nitrogênio nas folhas foram utilizadas as 10 plantas coletadas em cada unidade experimental, durante o período de florescimento pleno. As amostras foram moídas em moinho tipo Wiley e posteriormente submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por Sarruge & Haag (1974).

#### **-Componentes de produção**

Por ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela e levadas ao laboratório para determinação de:

**-Número de vagens planta:** determinado através da relação do número total de vagens número total de plantas;

**-Número de grãos planta:** determinado através da relação do número de grãos e do número de plantas;

**-Número médio de grãos vagem:** calculado através da relação do número total de grãos e do número total de vagens;

**-Massa de 100 grãos:** determinada através da coleta ao acaso e pesagem de uma amostra de 100 grãos por parcela, posteriormente a umidade dos grãos foi corrigida para 13% base úmida.

#### **-Ciclo**

O feijão foi colhido no dia 16 de agosto de 2007. Dessa forma, o ciclo da cultura observado foi de 91 dias após a emergência.

#### **-Rendimento de grãos**

As plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem à pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas à triagem mecânica, posteriormente os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> (13% base úmida).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos, referentes às diversas características avaliadas, estão apresentados nas tabelas 2 a 7. Na Tabela 2 estão os resultados referentes à população de plantas no início e no final do desenvolvimento da cultura e o índice de área foliar. Pelos dados verifica-se que a população inicial de plantas foi influenciada pelos diferentes manejos do solo, apresentando assim um maior número de plantas quando foi realizado o plantio direto, devido à melhor uniformidade de semeadura, visto que nesse sistema houve mais contato do solo firme com a roda motriz da semeadora, proporcionando acionamento adequado do mecanismo de distribuição de sementes, se comparada com o preparo com grade ou escarificador. Camilo et al. (2004) estudaram o efeito dos mecanismos rompedores associados à velocidade da semeadora em plantio direto e concluíram que as hastes

proporcionaram maior porcentagem e maior índice de velocidade de emergência de plântulas o que é fundamental para a formação de uma boa população inicial de plantas. Constatou-se também que houve influência para inoculação de sementes, sendo observada maior população de plantas para o tratamento inoculado.

Quanto ao índice de área foliar (Tabela 2) constatou-se efeito significativo apenas para as doses de nitrogênio, tendo os dados se

ajustado a uma equação linear crescente. O que concorda com Garcez Neto et al. (2002), que observaram que o tamanho de folha está relacionado ao suprimento de N para alongação e/ou divisão celular. O nitrogênio influencia não só a taxa de expansão, mas principalmente a divisão celular, determinando, desta forma, o tamanho final das folhas, fazendo com que o nitrogênio seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa Fernandez et al. (1994).

**Tabela 2.** População inicial, população final e índice de área foliar em feijoeiro de inverno cultivado sob diferentes preparos de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura, Selvíria (MS), 2007.

| Tratamentos   | População inicial (plantas ha <sup>-1</sup> ) | População final (plantas ha <sup>-1</sup> ) | Índice de área foliar m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> |
|---|---|---|--|
| <i>Preparo de solo</i>                              |   |   |  |
| P. direto   | 230.490 a                                     | 199.940                                     | 3,19   |
| Grade   | 221.247 b                                     | 195.196                                     | 3,06   |
| Escarificador                                       | 205.831 b                                     | 184.481                                     | 3,38   |
| <i>Inoculação de sementes</i>                       |   |   |  |
| Não inoculado                                       | 210.229 b                                     | 191.067                                     | 3,31   |
| Inoculado   | 228.150 a                                     | 195.344                                     | 3,10   |
| <i>Nitrogênio em cobertura (kg ha<sup>-1</sup>)</i> |   |   |  |
| 0   | 218.979                                       | 191.446                                     | 2,88 <sup>1</sup>                                    |
| 60  | 215.377                                       | 189.210                                     | 2,92   |
| 120   | 218.701                                       | 194.938                                     | 3,75   |
| 180   | 223.701                                       | 197.227                                     | 3,29   |
| Preparo (P)   | 8,54**  | 3,49*                                       | 0,97 <sup>n.s</sup>                                  |
| Inoculação (I)                                      | 13,25**                                       | 0,76 <sup>n.s</sup>                         | 1,27 <sup>n.s</sup>                                  |
| Nitrogênio (N)                                      | 0,48 <sup>n.s</sup>                           | 0,53 <sup>n.s</sup>                         | 4,84**   |
| P x I   | 1,88 <sup>n.s</sup>                           | 3,25*                                       | 2,49 <sup>n.s</sup>                                  |
| P x N   | 0,26 <sup>n.s</sup>                           | 1,12 <sup>n.s</sup>                         | 0,32 <sup>n.s</sup>                                  |
| I x N   | 1,49 <sup>n.s</sup>                           | 0,42 <sup>n.s</sup>                         | 0,36 <sup>n.s</sup>                                  |
| <i>Doses de N</i>                                   |   |   |  |
| RL  | 0,63 <sup>n.s</sup>                           | 1,11 <sup>n.s</sup>                         | 6,35*  |
| RQ  | 0,76 <sup>n.s</sup>                           | 0,21 <sup>n.s</sup>                         | 1,83 <sup>n.s</sup>                                  |
| DMS Preparo   | 14422,52                                      | -   | -  |
| Inoculação  | 9808,20                                       | -   | -  |
| CV(%)   | 11,00   | 12,41                                       | 28,22  |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n.s. - não significativo; \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.  $1 y = 2,8958 + 0,0034x$  (R<sup>2</sup> =43,71)

lidade, respectivamente.  $1 y = 2,8958 + 0,0034x$  ( $R^2 = 43,71$ )

Para população final de plantas observa-se que houve interação significativa entre preparo de solo e inoculação de sementes. O desdobramento da interação referente à população final está apresentado na Tabela 3.

Para inoculação dentro de preparo do solo houve efeito significativo para plantio direto, onde o tratamento inoculado apresentou maior população final de plantas, para o preparo realizado com escarificador e grade pesada não houve diferença.

Discordando dos resultados obtidos por Barbosa et al. (2002) que não verificaram diferenças na utilização de inoculante na população final de plantas. Já para preparo do solo dentro de inoculação, o plantio direto apresentou maior população final de plantas comparado ao preparo realizado com escarificador e grade pesada no tratamento inoculado, concordando com resultados obtidos por Stone & Moreira (2001) que constataram maior população final de plantas no sistema plantio direto em comparação à grade aradora no cultivo de 1998.

**Tabela 3.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à população final de plantas de feijoeiro cultivado sob diferentes preparos de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura, 2007.

| Manejos de Solo | Inoculação de Sementes                            |                  |
|-----------------|---|------------------|
|                 | <i>Não inoculado</i>                              | <i>Inoculado</i> |
| Plantio Direto  | 190.864 a B                                       | 209.016 a A      |
| Grade           | 191.803 a A                                       | 198.589 ab A     |
| Escarificador   | 190.535 a A                                       | 178.426 b A      |
| DMS             | Inoculação dentro de preparos de solo - 16.886,21 |                  |
|                 | Preparos de solo dentro de inoculação - 20.273,95 |                  |

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

Já Silva et al. (2002) não observou diferenças entre os sistemas de preparo do solo (plantio direto, grade pesada, arado de aiveca, arado de disco, grade pesada + arado de aiveca e grade pesada + arado de disco) em relação à população final de plantas. A utilização de doses crescentes de nitrogênio em cobertura não interferiu na população final de plantas. Sendo esses resultados semelhantes aos obtidos por Sato et al. (2002) e Binotti et al. (2003).

Para o número de nódulos por planta (Tabela 4), verifica-se que nos tratamentos onde não foi realizada a inoculação também foi observada a presença de nódulos, indicando que na área existem estirpes nativas de *Rhizobium* capazes de estabelecer

associação com o feijoeiro. Vargas et al. (1991) também verificaram que, independentemente da inoculação com *Rhizobium*, todas as plantas de feijoeiro apresentaram nodulação, indicando a presença de estirpes nativas na área. Resultados esses que concordaram com os obtidos por Romanini Junior et al. (2007), que também verificou a presença de população nativa do *Rhizobium* nos solos trabalhados. Mendes et al. (1998), observou a diminuição da nodulação em presença de adubação nitrogenada, sendo que os dados obtidos no trabalho também apresentaram tendência à redução do número de nódulos, com o aumento da adubação nitrogenada.

**Tabela 4.** Número de nódulos em feijoeiro de inverno cultivado sob diferentes preparos de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura, Selvíria (MS), 2007.

| Tratamentos   | Número de nódulos planta <sup>-1</sup> |
|---|--|
| <i>Preparo de solo</i>                              |  |
| P. direto   | 45,8                                   |
| Grade   | 20,5                                   |
| Escarificador                                       | 29,9                                   |
| <i>Inoculação de sementes</i>                       |  |
| Não inoculado                                       | 30,1                                   |
| Inoculado   | 34,1                                   |
| <i>Nitrogênio em cobertura (kg ha<sup>-1</sup>)</i> |  |
| 0   | 34,9                                   |
| 60  | 33,4                                   |
| 120   | 30,3                                   |
| 180   | 29,8                                   |

Na Tabela 5 estão os valores médios referentes à massa seca, teor de nitrogênio na parte aérea das plantas e número de vagens por planta de feijoeiro. Quanto à massa seca da parte aérea das plantas de feijão, constata-se que houve efeito significativo para manejo do solo. Através dos resultados pode-se observar que o preparo realizado com grade pesada apresentou maior produção de massa seca, quando comparado ao preparo realizado com escarificador e plantio direto.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2004), sendo esses resultados discordantes dos obtidos por Sampaio et al. (1989) que não verificaram diferenças na produção de palhada do feijoeiro “das águas” e “da seca” consorciado, com o cultivado em plantio direto ou sobre preparo do solo com grade pesada e também discordante dos observados por Silva et al. (2002) que não verificaram diferença na massa seca de plantas nos diferentes preparos do solo (plantio direto, grade pesada e escarificador).

Verifica-se ainda que não houve efeito significativo para inoculação de sementes,

concordando assim com os dados obtidos por Vargas et al. (1990) que não observaram influência da inoculação de sementes na massa seca de plantas. Já a produção de massa seca das plantas de feijão, foi influenciada pela aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura, e os dados se ajustaram a uma equação linear crescente ( $y = 42,6375 + 0,0102x$ ). Arf et al. (2002) também verificou o aumento da massa seca com a aplicação de doses crescentes de N em cobertura.

Quanto ao teor de nitrogênio da parte aérea verificou-se influência significativa, apenas para doses de N e os dados se ajustaram a uma função linear crescente, porém Arf et al. (2002), não verificou a variação nos teores de N das plantas, para doses crescentes de N em cobertura. Entretanto, é importante salientar, que os teores de nitrogênio obtidos em todos os tratamentos encontram-se na faixa recomendada para a cultura de acordo com Ambrosano et al. (1997), que é de 30 a 50 g kg<sup>-1</sup>, com exceção da testemunha.

**Tabela 5.** Massa seca de plantas, teor de nitrogênio nas folhas e número de vagens planta-1 em feijoeiro de inverno cultivado sob diferentes preparos de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura, Selvíria (MS), 2007.

| Tratamentos   | Massa seca (g planta <sup>-1</sup> ) | N nas folhas (g kg <sup>-1</sup> ) | Vagens planta <sup>-1</sup> |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <i>Preparo de solo</i>                              |                                      |                                    |                             |
| P. direto   | 8,31 b                               | 43,97                              | 12,78                       |
| Grade   | 9,62 a                               | 43,13                              | 12,59                       |
| Escarificador                                       | 8,16 b                               | 43,59                              | 13,34                       |
| <i>Inoculação de sementes</i>                       |                                      |                                    |                             |
| Não inoculado                                       | 8,89                                 | 43,67                              | 12,42                       |
| Inoculado   | 8,50                                 | 43,46                              | 13,39                       |
| <i>Nitrogênio em cobertura (kg ha<sup>-1</sup>)</i> |                                      |                                    |                             |
| 0   | 7,58 <sup>1</sup>                    | 43,00 <sup>2</sup>                 | 12,00                       |
| 60  | 8,87                                 | 42,54                              | 12,20                       |
| 120   | 9,08                                 | 44,21                              | 14,67                       |
| 180   | 9,25                                 | 44,50                              | 12,75                       |
| Preparo (P)   | 5,38**                               | 0,92 <sup>n.s</sup>                | 0,45 <sup>n.s</sup>         |
| Inoculação (I)                                      | 0,97 <sup>n.s</sup>                  | 0,17 <sup>n.s</sup>                | 2,11 <sup>n.s</sup>         |
| Nitrogênio (N)                                      | 3,57*                                | 3,43*                              | 3,25 <sup>n.s</sup>         |
| P x I   | 0,60 <sup>n.s</sup>                  | 0,81 <sup>n.s</sup>                | 1,65 <sup>n.s</sup>         |
| P x N   | 0,20 <sup>n.s</sup>                  | 1,04 <sup>n.s</sup>                | 0,43 <sup>n.s</sup>         |
| I x N   | 0,45 <sup>n.s</sup>                  | 0,58 <sup>n.s</sup>                | 1,26 <sup>n.s</sup>         |
| Doses de N  |                                      |                                    |                             |
| RL  | 8,41**                               | 7,36**                             | 2,43 <sup>n.s</sup>         |
| RQ  | 1,96 <sup>n.s</sup>                  | 0,54 <sup>n.s</sup>                | 2,48 <sup>n.s</sup>         |
| DMS   |                                      |                                    |                             |
| Preparo   | 1,18                                 | -                                  | -                           |
| Inoculação  | -                                    | -                                  | -                           |
| CV( %)  | 22,62                                | 5,71                               | 25,61                       |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n.s. - não significativo; \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

1  $y = 7,9167 + 0,0087x$  (R<sup>2</sup> = 78,54), 2  $y = 42,6375 + 0,0102x$  (R<sup>2</sup> = 71,63)

Em relação ao número de vagens por planta (Tabela 5) e número de grãos por planta (Tabela 6) pode-se observar que não houve influência dos diferentes manejos do solo, da inoculação de sementes e aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2002) que verificaram não haver diferença no número de vagens e grãos por planta para os sistemas de preparo do solo (plantio direto, grade pesada e escarificador). Já Fornasieri Filho et al. (1999) observaram que o número de vagens por planta foi afetado positivamente pela inoculação das sementes com rizóbio.

Na Tabela 6 estão os valores médios referentes ao número de grãos por planta,

número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade. Quanto ao número de grãos por vagem, observa-se que não houve efeito significativo dos sistemas de preparo do solo, inoculação de sementes e aplicação de doses de N em cobertura. Sendo o mesmo observado nos resultados obtidos por Stone & Moreira (2000) que não observaram diferenças entre plantio direto e preparo do solo (grade ou escarificador) sobre o número de grãos por vagem.

Para massa de 100 grãos verifica-se que não houve influência significativa do preparo do solo nos resultados. Concordando com os dados apresentados por Silva et al. (2002), que concluíram que nem o plantio



direto, nem o preparo com grade pesada influem sobre esta característica. O mesmo ocorrendo com Soratto (2002) que não encontrou diferença em relação à massa de 100 grãos nos diferentes preparos de solo. Houve efeito significativo para inoculação de sementes, sendo observada maior massa de 100 grãos para ao tratamento não inoculado. Já Barbosa et al. (2002), não verificaram diferenças na massa de 100 grãos entre a inoculação e ausência de inoculação. Concordando com os resultados obtidos por Fornasieri Filho et al. (1999). A adubação de cobertura apresentou influência sobre esta característica, com os seus dados se ajustando a uma função linear ( $y = 3436,50 + 3,8361x$ ). Discordando dos dados obtidos por Barbosa et al. (2002), testando diferentes doses de aplicação de nitrogênio. A massa de 100 grãos embora seja uma característica mais ligada ao cultivar, pode ser influenciada pelas práticas culturais utilizadas.

Com relação à produtividade de grãos (Tabela 6) houve efeito da interação entre preparo do solo e inoculação de sementes. O

desdobramento da interação está apresentado na Tabela 7. Para inoculação dentro de preparo do solo houve efeito significativo apenas para plantio direto, onde se observa maior produtividade em relação aos outros sistemas de preparo. Discordando dos dados de Zaffaroni et al. (1991), que verificaram que o teijão não teve seu rendimento afetado por diferentes métodos de preparo do solo. Para preparo do solo dentro de inoculação houve efeito significativo apenas para o tratamento inoculado. Já Andrade et al. (1996) constatou que a inoculação com *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* em sementes de feijão cultivar Carioca MG não foi eficiente, apresentando produtividade semelhante à obtida na testemunha. Para a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, os dados se ajustaram a uma equação linear, mostrando crescimento linear da produtividade em função da aplicação de doses de nitrogênio utilizadas. Resultados semelhantes foram observados por Sato et al. (2002), que citam que com o incremento dos níveis de nitrogênio, a produtividade de grão aumentou.

**Tabela 6.** Número de grãos planta-1, número de grãos/vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos em feijoeiro de inverno cultivado sob diferentes preparos de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura, Selvíria (MS), 2007.

| Tratamentos                       | Grãos planta-1 | Grãos vagem-1 | 100 grãos (g) | Produtividade (kg ha-1) |
|-----------------------------------|----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Preparo do solo                   |                |               |               |                         |
| P. direto                         | 77,63          | 5,72          | 29,28         | 3636                    |
| Grade                             | 71,47          | 5,63          | 29,41         | 3815                    |
| Escarificador                     | 71,72          | 5,53          | 29,28         | 3893                    |
| Inoculação de sementes            |                |               |               |                         |
| Não inoculado                     | 71,17          | 5,63          | 29,60 a       | 3811                    |
| Inoculado                         | 76,04          | 5,63          | 29,04 b       | 3752                    |
| Nitrogênio em cobertura (kg ha-1) |                |               |               |                         |
| 0                                 | 68,21          | 5,63          | 28,58 1       | 3426 2                  |
| 60                                | 71,21          | 5,71          | 29,20         | 3653                    |
| 120                               | 79,83          | 5,46          | 29,29         | 3955                    |
| 180                               | 75,17          | 5,71          | 30,20         | 4092                    |

| Tratamentos    | Grãos planta-1 | Grãos vagem-1 | 100 grãos (g) | Produtividade (kg ha-1) |
|----------------|----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Preparo (P)    | 1,42n.s        | 0,65n.s       | 0,13n.s       | 1,12n.s                 |
| Inoculação (I) | 2,08n.s        | 0,00n.s       | 5,78*         | 0,17n.s                 |
| Nitrogênio (N) | 2,22n.s        | 0,78n.s       | 8,19**        | 4,37**                  |
| P x I          | 0,79n.s        | 3,12n.s       | 1,24n.s       | 4,03*                   |
| P x N          | 1,12n.s        | 0,75n.s       | 1,30n.s       | 0,96n.s                 |
| I x N          | 1,79n.s        | 2,19n.s       | 0,68n.s       | 0,09n.s                 |
| Doses de N     |                |               |               |                         |
| RL             | 3,81n.s        | 0,00n.s       | 22,45**       | 12,88**                 |
| RQ             | 1,29n.s        | 0,39n.s       | 0,39n.s       | 0,09n.s                 |
| DMS Preparo    | -              | -             | -             | -                       |
| CV(%)          | 22,50          | 11,65         | 3,91          | 18,57                   |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n.s. - não significativo; \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

1  $y = 28,5791 + 0,0082x$  ( $R^2 = 91,39$ ), 2  $y = 3436,50 + 3,8361x$  ( $R^2 = 98,19$ )



Concordando com esses resultados Chagas et al. (1996) em experimentos realizados em Coimbra-MG, com o cultivar Ouro Preto, também obtiveram crescimento linear da produtividade em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. Pode ser

observado através dos resultados apresentados que a aplicação de 180 kg/ha de nitrogênio em cobertura proporcionou aumento de 19% na produtividade de grãos de feijão em relação à testemunha.

**Tabela 7.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à produtividade de feijoeiro cultivado sob diferentes preparos de solo, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura, 2007.

| Manejos de solo | Inoculação de Sementes                         |                  |
|-----------------|--|------------------|
|                 | <i>Não inoculado</i>                           | <i>Inoculado</i> |
| Plantio Direto  | 3.892 aA                                       | 3.381 aB         |
| Grade           | 3578 aA  | 4.053 abA        |
| Escarificador   | 3965 aA  | 3.821 bA         |
| DMS             | Inoculação dentro de preparos do solo – 494,71 |                  |
|                 | Preparos do solo dentro de inoculação – 593,97 |                  |

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

## CONCLUSÕES

-Os diferentes manejos do solo (grade pesada, escarificador ou plantio direto) não influenciaram a produtividade do feijoeiro de inverno irrigado.

-O uso de sementes inoculadas com *Rhizobium tropici* não alterou a produtividade do feijoeiro.

-A adubação nitrogenada em cobertura aumentou linearmente a produtividade de grãos de feijão até à dose de 180 kg ha<sup>-1</sup>.

-O manejo correto do solo junto às práticas conservacionistas proporcionam efeitos positivos para a planta e conseqüente aumento na produção. Assim, o plantio direto demonstrou ser uma técnica muito importante, beneficiando o ciclo da cultura a cada etapa de desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FULANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, 1997, p.187-203 (Boletim Técnico, 100).

ANDRADE, M.J.B.; ALVARENGA, P.E.; SILVA, R.; CARVALHO, J.G.; LUNKES, J.A. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) as adubações nitrogenadas e molíbdica e a inoculação com *Rhizobium Leguminosarum* bv. *Phaseoli*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. Resumos expandidos... Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1996, p.79-81.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, adubação nitrogenada em cobertura e lâminas de água em feijoeiro cultivado no período de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa-MG. Resumo expandido... Viçosa: UFV, 2002, p.619-622.

BARBOSA, M.L.; VIEIRA, N.M.B.; ANDRADE, M.J.B.; MOREIRA, F.M.S. Inoculação de sementes de feijoeiro com diferentes estirpes de *Rhizobium tropici*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa - MG. Resumos expandidos... Viçosa: UFV, 2002. p. 754-756.

BINOTTI, F.F.S.; ARF, O.; FERNANDES, F.A. Preparo de solo, plantio direto e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. Solo: alicerce dos sistemas de produção. Viçosa, MG: Agromídia, 2003. (CD-ROOM).

CAMILO, A.J.; FERNANDES H.C.; MODOLO, A.J.; RESENDE, R.C. Influência de mecanismos rompedores e velocidade de trabalho no desempenho de semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v. 12, n. 3, 2004, p.203-211.

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* L) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 25, p. 617-624, 2001.

CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A.; GOMES, J.M.; CARDOSO, A.A. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação de NK em solos podzólicos fase terraço. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. Anais... Manaus: CNPQ, 1996, p.184-185.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2006. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xh02wx5eo0y53mhyx67oxh3.html>>. Acesso em: 05 Janeiro. 2012.

FERNÁNDEZ, S. et al. Radiometric

characteristics of *Triticum aestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. *International Journal of Remote Sensing*, London, v.15, n.9, p.1867-1884, 1994.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221 p.

GARCEZ NETO, et al. Morphogenetic and structural responses of *Panicum maximum* cv. Mombaça on different levels of nitrogen fertilization and cutting regimes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: Editora EPU e EDUSP, v.1, p. 331-350, 1979.

MENDES, L.C.; VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. Adubação nitrogenada e inoculação do feijoeiro em solo dos cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Caxambu, 1998. Resumos. Caxambu: Universidade Federal de Lavras, 1998. p. 202.

RAIJ, B. van, QUAGGIO, J.A. Método de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81)

ROMANINI JUNIOR, A.; ARF, O.; BINOTTI, F.F.S.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; FERNANDES, F. A. Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. *Bioscienci Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 74-82, 2007.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro In: *Encarte de Informações Agrônomicas*, n.68, dezembro 1994. 16p.

SAMPAIO, G.V.; GALVÃO, J.D.; FONTES, L.A.N.; FIGUEIREDO, M.S.; CARDOSO, A.A. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre o

consórcio milho-feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 36, n. 208, 1989, p.465-482.

SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: s.1. 1974. 54p. (mimeogr.).

SATO, R.H.; CORRÊA, J.B.D.; RIBEIRO, G.J.T.; ANDRADE, M.J.B.; GOMES, C.N. Doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no sistema convencional e plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa-MG. Resumo expandidos. Viçosa: UFV, 2002. p. 804-806.

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, M.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S. Manejo do solo e adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.61, n.3, p.307-312, 2004.

SILVA, C.S.W.; FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, A.A.; SEDIYAMA, C.S. Influência de diferentes sistemas de preparo de solo sobre a cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa-MG. Resumos expandidos... Viçosa: UFV, 2002. p.564-565.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J.G. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.2, p.257-263, 2001.

SORATTO, R.P. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento da adubação nitrogenada. 2002. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira,  
Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

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

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

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

VARGAS, A.A.T.; SILVEIRA, J.S.M.; ATHAYDE, J.T.; ATHAYDE, A.; PACOVA, B.E.V. Comparação entre genótipos de feijão quanto à capacidade nodulante e à produtividade com inoculação com rizóbios e/ou adubação de N-mineral. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.15, p.267-272, 1991.



VARGAS, A.A.T.; ATHAYDE, J.T.; SILVEIRA, J.S.M. Inoculação com rizóbios, adubação com macro e micronutrientes, e parcelamento do N-mineral aplicados no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Energia Nuclear e Agricultura, Piracicaba, v.11, n.1, p. 3-14, 1990.

VOSS, M. Fixação biológica de nitrogênio. In: O feijão no Paraná. Londrina, 1989. p.101-114. (IAPAR. Circular, 63).

YOKOYAMA, L.P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. (Ed.). Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.249-29

ZAFFARONI, E. et al. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agronômicas do milho e feijão no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 15, p.99-104, 1991.