

AVALIAÇÃO DA INOCULAÇÃO DE RIZÓBIO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO, SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

EVALUATION OF RHIZOBIUM INOCULATION AND NITROGEN FERTIZATION ON COMMON BEAN GROWTH IN NO TILLAGE SYSTEM

Airton ROMANINI JUNIOR¹; Orivaldo ARF²; Flávio Ferreira da Silva BINOTTI³; Marco Eustáquio de SÁ²; Salatier BUZETTI⁴; Fabiana Aparecida FERNANDES⁵

1. Mestrando em Agronomia, Produção Vegetal, Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista – UNESP/FCAV, Jaboticabal/SP. romanini_junior@hotmail.com. 2. Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia – UNESP/FE, Ilha Solteira/SP. 3. Doutorando em Agronomia, Sistemas de Produção, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia – UNESP/FE. 4. Professor, Doutor, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos – UNESP/FE. 5. Mestranda em Agronomia, Departamento de Agricultura – UNESP/FCA, Botucatu/SP.

RESUMO: A associação de inoculante e aplicação de nitrogênio pode ser um fator favorável para aumentar a produtividade de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Assim, avaliou-se o efeito da inoculação de sementes com *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* em diferentes níveis de nitrogênio aplicado na semeadura (0 e 10 kg ha⁻¹) e em cobertura (0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹), durante dois anos de cultivo. O delineamento foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x4, com quatro repetições. O solo do local é LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argiloso. A inoculação proporcionou em média de dois cultivos, incremento superior a 17 % na produtividade de grãos. A aplicação de nitrogênio no sulco de semeadura proporcionou maior produtividade de grãos em 2003. A adubação nitrogenada em cobertura aumentou linearmente a produtividade em 3,1 e 3,7 kg de grãos de feijão por kg de nitrogênio aplicado, respectivamente no primeiro (2002) e segundo ano de cultivo (2003).

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L.. Feijão irrigado. Bactérias e doses de nitrogênio.

INTRODUÇÃO

Deve-se adotar um manejo que consiga proteger o solo, reter o solo e armazenar água, que seja aplicável naturalmente nas condições exigentes, de modo simples e menos oneroso. Neste contexto se insere o sistema plantio direto, onde não se realiza a incorporação dos restos vegetais da cultura anterior, pois é uma semeadura sob palhada sem revolvimento do solo daí o nome, porém envolvendo um sistema de rotação de culturas justamente para atender ao quesito “solo coberto ou protegido com palhada anterior”. Com isso a decomposição desse material ocorre mais lentamente, devido ao menor contato com microrganismos do solo, acarretando disponibilidade mais lenta de nutrientes, existentes nesses restos para cultura subsequente (SILVA et al. 2004).

De acordo com Yokoyama et al. (1996) o feijão é um produto de destacada importância nutricional, sendo a principal fonte de proteínas vegetais da população. Dentre as culturas de inverno irrigadas, o feijão é a principal nas regiões Sudeste, Centro - Oeste e algumas áreas da região Nordeste. Com o uso de irrigação, as produtividades são geralmente superiores a 1500 kg ha⁻¹ e dependendo

do nível de tecnologia utilizada podem ultrapassar os 3000 kg ha⁻¹ (SILVEIRA; STONE, 1994). Por outro lado, Vieira (1983) e Fullin et al. (1999) justificam estas produtividades dizendo que estas são dependentes do genótipo e do ambiente, o uso adequado de fertilizantes é indispensável para que a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo, considerando a baixa fertilidade natural dos solos, principalmente na região de cerrado, e a importância do fornecimento adequado do nitrogênio para o feijoeiro.

O feijoeiro, sendo uma leguminosa, apresenta condições de beneficiar-se da associação simbiótica com *Rhizobium*, o que contribui especificamente para economia de nitrogênio mineral. O potencial da bactéria em fixar o N₂ atmosférico é considerado alto, sendo confirmada por pesquisas respostas do feijoeiro à inoculação em condições de campo (VARGAS et al., 1991). Os níveis dessas respostas em algumas cultivares indicam que o feijoeiro pode beneficiar-se da inoculação, chegando a dispensar totalmente o uso de adubos nitrogenados (MENDES et al., 1994; FRANCO, 1995; FERREIRA et al., 2000).

No entanto, essa tecnologia possui, ainda, descrédito quanto à capacidade do feijoeiro em fixar nitrogênio atmosférico em quantidades suficientes

para suprir suas exigências de produção quando em associação simbiótica, a ponto de se recomendar o uso de fertilizantes nitrogenados para a cultura, conforme sugerido por Vargas et al. (1990) e Embrapa (1993). Assim, recentes pesquisas apontam na direção contrária, sugerindo a possibilidade da cultura se beneficiar da fixação do nitrogênio, com o uso de inoculantes mais específicos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar na cultura do feijão, o efeito da inoculação de sementes, aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura na presença ou ausência de nitrogênio aplicado na semeadura, cultivado no período de inverno, sob sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo de feijão foi efetuado na área experimental da Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), no período de outono-inverno de 2002 e 2003, com irrigação. O solo do local é denominado de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argiloso, pela atual nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa/CNPSo, 1999). O teor de argila do solo é 456, 422 e 474 g kg⁻¹, nas camadas de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m, respectivamente. A análise química do solo mostrou os seguintes valores: MO = 25 e 29 g dm⁻³; P (resina) = 26 e 23 mg dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,2 e 4,8; K = 1,9 e 2,5 mmol_c dm⁻³; Ca = 30 e 31 mmol_c dm⁻³; Mg = 29 e 13 mmol_c dm⁻³; H+Al = 31 e 39 mmol_c dm⁻³ e V = 66 e 55 % para os anos de cultivo de 2002 e 2003, respectivamente. A precipitação pluvial média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). Durante o cultivo dos dois anos, a precipitação pluvial média foi de 62 mm, a temperatura média foi de 24 °C e a umidade relativa média do ar de 62 %.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 4, com 16 tratamentos constituídos pela combinação de inoculação de sementes (presença e ausência), aplicação de nitrogênio na semeadura (0 e 10 kg ha⁻¹) e doses de nitrogênio em cobertura (zero, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas de 0,50m entre si. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais,

desprezando-se 0,50m em ambas as extremidades de cada linha.

A semeadura foi realizada em área anteriormente ocupada com a cultura do milho, que após a colheita foi manejada com desintegrador mecânico com objetivo de facilitar a implantação das parcelas experimentais. A dessecação (pré-plantio) foi realizada com glyphosate (1.560 e 1.920g do i.a. ha⁻¹ para o primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente). As irrigações foram realizadas por aspersão do tipo pivô central.

O feijão foi semeado, mecanicamente, no dia 16 de abril de 2002 utilizando a cultivar IAC Carioca Eté e no dia 6 de maio de 2003 utilizando a cultivar Pérola. As sementes não receberam tratamento com inseticidas ou fungicidas. As parcelas com inoculação de sementes, em 2002, foram inoculadas com a mistura das estirpes CM 255 e CM 01, produzidas em março, e em 2003 inoculadas com a mistura das estirpes CM 225 e CM 255, produzidas em abril, de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP) de Piracicaba.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi realizada seguindo as recomendações de Ambrosano et al. (1997), constituída de 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples), 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 10 kg ha⁻¹ de nitrogênio (uréia) nos tratamentos com aplicação de nitrogênio na semeadura. A emergência ocorreu aos 5 e 6 dias após a semeadura respectivamente, nos anos de 2002 e 2003. A adubação nitrogenada de cobertura (fonte uréia) foi realizada aos 21 e 15 dias após a emergência das plântulas (DAE), respectivamente para os anos de 2002 e 2003. Após a aplicação de nitrogênio, a área foi irrigada com o objetivo de minimizar as perdas de N por volatilização. As irrigações foram realizadas por aspersão do tipo pivô central. O controle das pragas e doenças no cultivo de 2002 foi feito através de pulverizações, aos 14 DAE, com a utilização do inseticida methamidophos (300g ha⁻¹ do i. a.), e posteriormente aos 31 e 58 DAE realizou-se nova pulverização com methamidophos + benomyl + mancozeb (300 + 250 + 1600g ha⁻¹ do i. a.). No cultivo de 2003, o controle fitossanitário foi realizado com pulverizações de methamidophos (300 g ha⁻¹ do i. a.), methamidophos + benomyl + mancozeb (300 + 250 + 1.200g ha⁻¹ do i.a.) e methamidophos + mancozeb (300 + 1200g ha⁻¹ do i. a.), realizadas aos 26, 30 e 57 DAE, respectivamente. Visando o controle de plantas daninhas, realizou-se, aos 23 e 26 DAE, aplicação em pós-emergência do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (200 + 250g ha⁻¹ do i.a e 160 + 200g ha⁻¹

do i.a.), respectivamente para os anos de 2002 e 2003.

O florescimento e a colheita do feijão ocorreram aos 38 e 80 DAE, para o primeiro ano de cultivo. No ano de 2003, o florescimento e a colheita ocorreram aos 44 e 85 DAE, respectivamente. Durante o período de cultivo, nos dois anos de experimentação, foram realizadas as seguintes avaliações; população de plantas inicial – realizada na fase V₂; população de plantas final – colheita; massa seca de planta – coleta realizada no florescimento; número de nódulos por planta – coleta realizada no florescimento; teor de nitrogênio total na parte aérea – coleta realizada no florescimento; número de vagens por planta; número de grãos por planta; número de grãos por vagem; massa de 100 grãos e produtividade de grãos (10 m de linha).

Todas as características com exceção do número de nódulos foram avaliadas através da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey, para comparação das médias para inoculação e aplicação de nitrogênio na semeadura. Verificou-se ajuste à regressão polinomial para doses de N em cobertura. Foi utilizado o Sistema de Análise Estatística para microcomputadores – SANEST (ZONTA; MACHADO, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações duplas e triplas entre os fatores pesquisados não foram significativas, devido a isso foram apresentados os efeitos simples dos fatores (Tabelas 1 e 2). Na Tabela 1 estão os valores médios da população de plantas inicial e final. Verifica-se, que houve influência da inoculação apenas para a população final de plantas, isto no segundo ano, em que a presença da inoculação contribuiu para uma maior população final de plantas.

A aplicação de nitrogênio na semeadura não teve efeito na população de plantas inicial e final, com exceção da população final de plantas, no primeiro ano de cultivo, onde a aplicação de 10 kg ha⁻¹ de N na semeadura provocou aumento da população final. Provavelmente, com a nutrição mais adequada das plantas, na fase inicial de desenvolvimento, tenha permitido uma maior taxa de sobrevivência de plantas no tratamento com aplicação de nitrogênio por ocasião da semeadura. Já, a aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura não influenciou a população de plantas inicial e final do feijoeiro de inverno. Embora

ocorreu diferenças na população de plantas entre os anos de cultivo, as populações utilizadas estão dentro da faixa recomendada para a cultura.

Quanto à massa seca de plantas, avaliada por ocasião do florescimento, não houve influência da inoculação de sementes, concordando com os dados de Vargas et al. (1990). Verificou-se, no ano de 2003, aumento na massa seca de plantas com o uso de nitrogênio na semeadura, pela provável melhor nutrição das plantas na fase vegetativa. Já Calvache e Reichardt (1996), aos 45 dias após semeadura (DAS) e Ferreira et al. (2000) não verificaram diferenças utilizando 20 e 30 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura, respectivamente. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura apresentou aumento da massa seca da parte aérea no segundo ano de cultivo, com os dados se ajustando a equação linear crescente, até a dose testada de 75 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Vargas et al (1990) e Vieira et al. (1994) verificaram aumento da massa seca com a aplicação de N em cobertura, 150 e 40 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

O teor de nitrogênio na parte aérea das plantas, também avaliado por ocasião do florescimento, não foi influenciado pela inoculação de sementes, em ambos os anos. Dados estes coerentes com os obtidos por Ferreira et al. (2000) e Bassan et al. (2001). A ausência ou presença de nitrogênio no sulco de semeadura não influenciou o teor de nitrogênio na parte aérea da planta, o que pode ser justificado pelo fato das plantas adubadas com nitrogênio apresentarem maior quantidade de matéria seca em relação àquelas que não o receberam, tendo, portanto, assim um teor de nitrogênio orgânico semelhante, explicado pelo efeito da diluição (ADELL et al., 1999). Houve influência das doses de nitrogênio em cobertura em 2002, onde estas se ajustaram a uma função linear crescente até a dose testada de 75 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Também Bassan et al. (2001) em experimentos, realizados em Selvíria-MS, obtiveram resultados semelhantes. Já em 2003, o aumento nas doses de nitrogênio em cobertura não proporcionou variações nos teores de N na parte aérea, concordando com os dados de Silva et al. (2004) que também não verificaram diferenças no teor de nitrogênio nas folhas do feijoeiro, ambos em experimento realizado em Selvíria-MS.

A inoculação, no ano de 2002, apesar desta característica não ser analisada estatisticamente, apresentou numericamente influência positiva no número de nódulos das plantas (Tabela 2), no entanto, em parcelas em que não foi realizada a inoculação foi encontrada também a presença de nódulos, indicando que no local existem estirpes

nativas de rizóbio capazes de estabelecer associação com o feijoeiro. No ano seguinte, com a utilização

da cultivar Pérola, o número de nódulos foi bem superior, inclusive nas parcelas não inoculadas.

Tabela 1. População de plantas, massa seca de planta e teor de nitrogênio da parte aérea do feijoeiro de inverno em função da inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio. Selvíria-MS, em 2002 e 2003.

Tratamento	População de Plantas (planta ha ⁻¹)				Massa Seca (g planta ⁻¹)		Teor de N (g kg ⁻¹)		
	Inicial		Final						
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	
Inoculação de sementes									
Não Inoculado	368625 ^M	188560	340937	164500 b	5,85	8,07	28,75	30,33	
Inoculado	365500	198625	336250	192000 a	6,14	7,22	27,99	30,25	
Nitrogênio na semeadura									
0 kg ha ⁻¹	362187	194500	326937 b	177562	5,69	7,06 b	28,10	31,22	
10 kg ha ⁻¹	371937	192687	350250 a	178937	6,29	8,23 a	28,64	29,36	
Nitrogênio em cobertura									
0 kg ha ⁻¹	362750	198500	326875	178875	5,80	6,41 ⁽¹⁾	25,65 ⁽²⁾	31,30	
25 kg ha ⁻¹	367625	191125	339625	176250	5,54	7,64	27,46	29,50	
50 kg ha ⁻¹	368125	190375	344000	180750	6,60	8,19	29,28	29,94	
75 kg ha ⁻¹	369750	194375	343875	177125	6,05	8,34	31,09	30,42	
F	Inoculação (In.)	0,21 ^{ns}	1,86 ^{ns}	0,34 ^{ns}	14,08 ^{**}	0,64 ^{ns}	3,50 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,00 ^{ns}
	N semeadura (N.s.)	2,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	8,45 ^{**}	0,03 ^{ns}	2,87 ^{ns}	6,65 [*]	0,13 ^{ns}	3,80 ^{ns}
	N cobertura (N.c.)	0,19 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,60 ^{ns}	3,74 [*]	2,74 ^{ns}	0,65 ^{ns}
	In. x N.s.	1,63 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,60 ^{ns}
	In. x N.c.	0,80 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,78 ^{ns}
	N.s. x N.c.	2,52 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,65 ^{ns}	2,45 ^{ns}
	In. x N.s. x N.c.	0,18 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}	2,69 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,37 ^{ns}
F	Regressão Linear	0,32 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,28 ^{ns}	9,76 ^{**}	7,56 ^{**}	0,26 ^{ns}
	Regressão Quadrática	0,22 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,43 ^{ns}
DM	In.	-	-	-	14781	-	-	-	-
S	N.s.	-	-	14880	-	-	0,91	-	-
CV %		7,46	15,24	9,48	16,40	23,71	23,62	20,78	12,57

^MMédias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade; ^{ns}não significativo; ^{**}significativo a 1% de probabilidade; ^{*}significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ y = 6,7018 + 0,0252x, R² = 0,87; ⁽²⁾ y = 25,65 + 0,072x, R² = 0,70.

Entre as causas do alto número de nódulos em parcelas não inoculadas está a existência de estirpes nativas, além disso, a variedade cultivada Pérola se mostrou ter maior facilidade em estabelecer associação com o rizóbio. Tsai et al. (1993), Fullin et al. (1999) e Vieira et al. (2005) também verificaram a presença de população nativa de *Rhizobium* nos solos trabalhados. Nos dois anos verificou-se que os tratamentos com ausência de N

na semeadura propiciaram numericamente maior número de nódulos em relação aos que receberam N na semeadura, concordando com os dados obtidos por Bassan (1999) que confirma o efeito negativo da adubação nitrogenada mineral na nodulação.

Em relação ao número de vagens e grãos por planta, e grãos por vagem (Tabela 2), a inoculação com estirpes de *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* influenciaram os

resultados somente no segundo ano de cultivo. Apesar do menor número de nódulos nos tratamentos inoculados em 2003, estes provavelmente foram mais eficientes na fixação simbiótica por serem provenientes da inoculação com estirpes mais eficientes de *Rhizobium* para

fixação do N, nutrindo melhor a planta, pois mesmo tendo maior nodulação nos tratamentos sem inoculação estas são de *Rhizobium* nativos com baixa eficiência de fixação de N em comparação aos da inoculação. Arf et al. (1991) também verificaram este mesmo comportamento.

Tabela 2. Valores médios de número de nódulos por planta, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos do feijoeiro de inverno em função da inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio. Selvíria-MS, em 2002 e 2003.

Tratamento	Nódulos		Vagens		Grãos		Grãos		Massa de 100		
	planta ⁻¹		planta ⁻¹		planta ⁻¹		vagem ⁻¹		grãos (g)		
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	
Inoculação de sementes											
Não Inoculado	3,84 ^M	53,92	5,74	8,81 b	26,74	39,96 b	4,68	4,49 b	21,5	24,6 b	
Inoculado	10,24	47,12	5,82	11,12 a	26,66	52,75 a	4,58	4,77 a	21,9	25,2 a	
Nitrogênio na semeadura											
0 kg ha ⁻¹	7,68	52,15	5,77	9,59	27,53	44,81	4,79	4,68	21,9	24,6 b	
10 kg ha ⁻¹	6,40	48,90	5,79	10,35	25,88	47,88	4,47	4,58	21,5	25,2 a	
Nitrogênio em cobertura											
0 kg ha ⁻¹	9,63	59,20	5,95	8,87	27,51	42,79	4,58	4,75	22,0	24,7	
25 kg ha ⁻¹	5,23	54,40	5,45	10,23	24,81	47,15	4,60	4,62	21,4	24,9	
50 kg ha ⁻¹	5,60	42,75	5,59	10,21	26,06	47,52	4,71	4,63	21,6	25,1	
75 kg ha ⁻¹	7,70	45,75	6,14	10,56	28,44	47,92	4,63	4,51	21,8	25,1	
F	Inoculação (In.)	-	-	0,04 ^{ns}	11,98 ^{**}	0,01 ^{ns}	16,08 ^{**}	0,42 ^{ns}	8,02 ^{**}	3,40 ^{ns}	8,73 ^{**}
	N semeadura (N.s.)	-	-	0,01 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,92 ^{ns}	3,87 ^{ns}	0,99 ^{ns}	2,45 ^{ns}	9,76 ^{**}
	N cobertura (N.c.)	-	-	0,81 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,82 ^{ns}
	In. x N.s.	-	-	0,78 ^{ns}	2,49 ^{ns}	1,28 ^{ns}	3,12 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,42 ^{ns}	2,58 ^{ns}
	In. x N.c.	-	-	0,15 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,63 ^{ns}
	N.s. x N.c.	-	-	1,83 ^{ns}	0,88 ^{ns}	2,09 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,03 ^{ns}	2,83 ^{ns}	1,74 ^{ns}
	In. x N.s. x N.c.	-	-	1,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,26 ^{ns}	2,07 ^{ns}
F	Regressão Linear	-	-	0,19 ^{ns}	2,87 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,14 ^{ns}	2,55 ^{ns}	0,19 ^{ns}	2,15 ^{ns}
	Regressão Quadrática	-	-	2,20 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,35 ^{ns}	0,30 ^{ns}
DMS	In.	-	-	-	1,34	-	6,42	-	0,20	-	0,38
	N.s.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38
CV %	-	-	24,47	26,80	27,07	27,49	14,15	8,59	4,18	3,07	

^MMédias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade; ^{ns}não significativo; ^{**}significativo a 1% de probabilidade; ^{*}significativo a 5% de probabilidade.

As aplicações de nitrogênio na semeadura e em cobertura, em ambos os anos, não influenciaram os componentes de produção citados anteriormente. Arf et al. (1991) também não verificaram diferenças, nesses componentes de produção.

Massa de 100 grãos não foi influenciada pela inoculação de semente e adubação de N na semeadura no cultivo de 2002. Entretanto a inoculação de semente propiciou maior massa de 100 grãos no cultivo de 2003. Já Carvalho et al.

(1998) e Ferreira et al (2000) não verificaram diferenças significativas na massa de 100 grãos com a inoculação e ausência de inoculação nos diferentes tratamentos utilizados, também para a cultivar IAC Carioca Eté. A adubação no sulco de semeadura influenciou a massa de 100 grãos, no segundo ano de cultivo, ocorrendo aumento na massa de 100 grãos com aplicação de nitrogênio na semeadura.

Arf et al. (1991) utilizando a cultivar Carioca 80, não verificaram diferença na utilização de N na semeadura na massa de 100 grãos. As doses de N em cobertura não influenciou a massa de 100 grãos nos dois anos de cultivo.

Quanto à produtividade verificou-se que houve efeito da inoculação de sementes (Figura 1A) nos dois anos de cultivo.

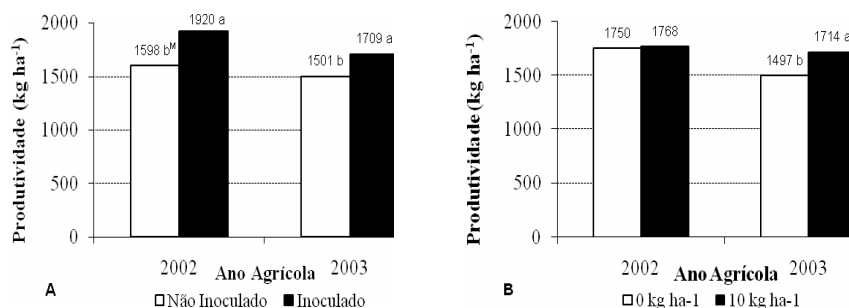


Figura 1. Produtividade de grãos do feijoeiro cultivado no inverno em função da inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio na semeadura. Selvíria-MS, em 2002 e 2003. ^MMédias seguidas pela mesma letra, entre colunas, dentro de cada tratamento e ano agrícola, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade.

Os tratamentos com inoculação apresentaram produtividades de 20,15 % e 13,85 % superior ao tratamento com ausência de inoculação, para 2002 e 2003, respectivamente. Peres et al. (1994), em três anos de cultivo, e utilizando várias cultivares verificaram que a inoculação com rizóbio contribuiu para o aumento na produtividade de grãos. Ferreira et al. (2000) verificaram que a inoculação, com estirpes eficientes nas cultivares nodulantes ou cultivo em solos com população nativa eficientes de *Rhizobium*, pode possibilitar a não utilização de nitrogênio sem afetar a produtividade do feijoeiro.

Quanto à utilização de nitrogênio na semeadura (Figura 1B), verificou-se efeito na produtividade, apenas em 2003 tendo aumento na produtividade com aplicação de N na semeadura.

Paulino (1998) demonstrou haver diferenças na produtividade de grãos para diferentes formas de fornecimento de nitrogênio e para diferentes genótipos, mas com dados contraditórios, variando de safra para safra, provavelmente pelas diferentes condições climáticas. Já Fullin et al. (1999) verificaram que a utilização de 10 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura proporcionou maior produtividade de grãos em relação a testemunha.

Quanto à adubação nitrogenada em cobertura (Figura 2) houve aumento linear na produtividade em função do aumento das doses de nitrogênio utilizadas em cobertura até a dose testada de 75 kg ha⁻¹ de N em cobertura nos dois anos de cultivo, ajustando em cada ano em uma equação linear crescente.

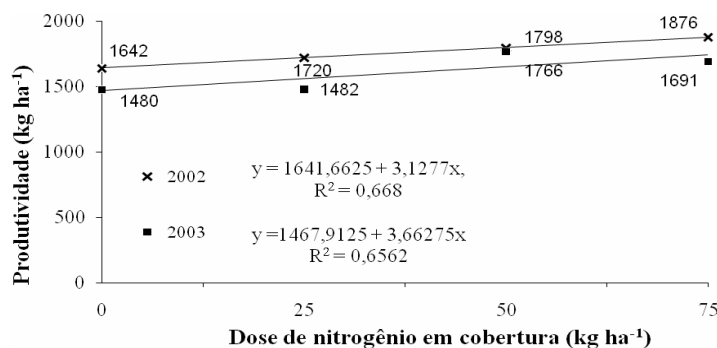


Figura 2. Produtividade de grãos do feijoeiro cultivado no inverno em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. Selvíria-MS, em 2002 e 2003.

Tendo um aumento de 3,1 e 3,7 kg de grãos de feijão por kg de nitrogênio aplicado em cobertura, respectivamente no primeiro e segundo ano. Evidenciando de fato que o feijoeiro responde a doses maiores de nitrogênio em sistemas irrigados cultivado sobre gramíneas. Em experimentos na mesma região Bassan (1999) verificou que a utilização de doses crescentes de N em cobertura aumenta a produtividade do feijoeiro de inverno até 90 kg ha⁻¹ de N. Binotti et al. (2007) também verificaram que adubação nitrogenada proporcionou aumento da produtividade do feijoeiro de inverno irrigado.

CONCLUSÕES

A inoculação proporcionou em média de dois cultivos, incremento superior a 17 % na produtividade de grãos do feijoeiro cultivado no período de inverno em sistema plantio direto;

A utilização de 10 kg ha⁻¹ de nitrogênio no sulco de semeadura proporcionou maior produtividade de grãos do feijoeiro irrigado apenas no segundo ano de estudo;

A adubação nitrogenada em cobertura aumentou linearmente a produtividade de grãos na proporção de 3,1 e 3,7 kg de grãos de feijão por kg de nitrogênio aplicado, respectivamente no primeiro e segundo ano de cultivo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento e concessão da bolsa para realização do projeto de pesquisa.

À Doutora Siu Mui Tsai do CENA-USP, Piracicaba, pelo fornecimento do inoculante.

ABSTRACT: The association between inoculation and nitrogen can provide increase on yield. Were evaluated effects of seed inoculation with *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* in different nitrogen levels applied at sowing (0 e 10 kg ha⁻¹) and in covering (0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹), during the years of the 2002 and 2003. The experimental design utilized was the randomized blocks arranged in a factorial scheme 4 x 2 x 2 with four replications. The soil is a RED LATOSOL Dystrophic. It was concluded that the seed inoculation on average of two crops, increased grain yield in 17 %, the fertilization with 10 kg ha⁻¹ of nitrogen at sowing increased grain yield in 2003, and the nitrogen fertilization in covering increased linearly grain yield in the yield of 3.1 and 3.7 kg of grains per kg of N applied, respectively to first and second year of crop.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L. Irrigated common bean. Bacteria. Doses of nitrogen.

REFERÊNCIAS

ADELL, J. J. C.; MONERAT, P. H.; ROSA, R. C. C. Alterações nos teores foliares de nitrogênio ao longo do desenvolvimento do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1999. p. 741-744.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.; CANTARELLA, H. Feijão. In RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p.194-195. (Boletim técnico, 100).

ARF, O.; FORNASIERI FILHO, D.; MALHEIROS, E.B.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar carioca 80. I. Solo de alta fertilidade. **Rev. Cient.**, São Paulo, v.19, n.1, p.29-38, 1991.

BASSAN, D. A. Z. **Efeito da inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no período “de inverno”**. Ilha Solteira. 1999. 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1999.

- BASSAN, D. A. Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M. A. C.; SANTOS, N. C. B.; SÁ, M. E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do Feijoeiro de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Rev. Bras. Sem.**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 76-83, 2001.
- 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.
- CALVACHE, A. M.; REICHARDT, K. Efeito de épocas de deficiência hídrica na eficiência do uso do nitrogênio da cultura do feijão cv. Imbabello. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, p. 343-353, 1996.
- CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Efeito de espaçamentos e épocas de semeadura sobre o desempenho do feijão: I. Produção de sementes. **Rev. Bras. Sem.**, Brasília, v. 20, p. 195-201, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Serviço de Produção da Informação (Brasília). **Recomendações técnicas para o cultivo do feijão: zona 61 e 83**. Brasília-DF: EMBRAPA-SPJ, 1993. 93 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 412p.
- FERREIRA, A. N.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 507-512, 2000
- FRANCO, A. A. Nutrição nitrogenada na cultura do feijoeiro. **Inf. Agron.**, Piracicaba, n. 70, p. 4-5, 1995.
- FULLIN, E. A.; ZANGRANDE, M. B.; LANI, J. A.; MENDONÇA, L. F.; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesq. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 34, n 7, p. 1145-1149, 1999.
- MENDES, I. C.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R.; VARGAS, M. A. T. Eficiência fixadora de estirpes de rizóbio em duas cultivares de feijoeiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Campinas, v. 18, p. 421 - 425, 1994.
- PAULINO, H. B. **Parcelamento de duas fontes em coberturas e via fertirrigação e custo de produção na cultura do feijão**. Ilha Solteira. 1998. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1998.
- PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.; MENDES, I. C.; VARGAS, M. A. T. Efeito da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada em sete cultivares de Feijão em solo de cerrado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Campinas, v. 18, p. 415 - 420, 1994.
- SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; ARF, O.; TAVARES, C. A. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no N total e proteína bruta nas sementes de feijoeiro em sistema de plantio direto. **Rev. Agric.**, Piracicaba, v. 79, n. 1, p. 62-69, 2004.
- SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Irrigação do feijoeiro. **Inf. Agropecu.**, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 28-34, 1994.
- TSAI, S. M.; BONETTI, R.; AGBALA, S. M.; ROSSETTO, R. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. **Plant Soil**, v. 152, p. 131-138, 1993.
- 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.

VARGAS, A. A. T.; SILVEIRA, J. S. M.; ATHAYDE, J. T.; ATHAYDE, A.; PACOVA, B. E. V. Comparação entre genótipos de Feijão quanto a capacidade ondulante e a produtividade com inoculação com rizóbios e/ou adubação de N-mineral. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Campinas, v. 15, p. 267 – 272, 1991.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (UFV), 1983. 146p.

VIEIRA, R. F.; SALGADO, L. T.; VIEIRA, C. Rizóbio, molibdênio e cobalto na cultura do feijão no Alto Paranaíba e Noroeste de Minas Gerais. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 238, p. 688-694. 1994.

VIEIRA, R. F.; TSAI, S. M.; TEIXEIRA, M. A. Nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio em feijoeiro com estirpes nativas de rizóbio, em solo tratado com lodo de esgoto. **Pesq. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 1047-1050, 2005.

YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSCKI, J. Aspectos econômicos da cultura. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 1-20.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores- SANEST**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p.