



Crescimento e produção do feijoeiro comum sob coinoculação com *Rhizobium*, *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* em condições de campo

*Growth and yield of common bean co-inoculated with *Rhizobium*, *Azospirillum* and *Bradyrhizobium* in the field*

CARVALHO, Rita Hilário¹; JESUS, Ederson da Conceição²;
Souza FILHO, Benedito Fernandes de³; FONTANA, Ademir⁴;
STRALIOTTO, Rosângela⁴ & ARAÚJO, Adelson Paulo⁵

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)/Seropédica, riita_hilario@hotmail.com;

² Embrapa Agrobiologia/Seropédica, ederson.jesus@embrapa.br; ³ PESAGRO – CEPAA/RJ, beneditopesagro@yahoo.com.br; ⁴ Embrapa Solos/RJ, ademir.fontana@embrapa.br e rosangela.straliotto@embrapa.br; ⁵ UFRRJ/Seropédica, aparaujo@ufrjr.br

Tema Gerador: Manejo de Agrossistemas e Agricultura Orgânica

Resumo

A fixação biológica de nitrogênio é importante no manejo sustentável do feijoeiro. Objetivou-se no trabalho avaliar o efeito da inoculação e coinoculação de rizóbio com bactérias promotoras de crescimento, no crescimento e produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em condições de campo. O experimento foi conduzido em Macaé – RJ. Cinco Fontes de N foram avaliadas: testemunha absoluta e nitrogenada (80 kg N ha⁻¹), inoculação com rizóbio, coinoculação com rizóbio e *Bradyrhizobium*, coinoculação com rizóbio e *Azospirillum*. Foram avaliados a produção de massa seca da parte aérea, raízes e nódulos e componentes de produção. Não houve efeito significativo dos tratamentos nos parâmetros avaliados. A população nativa de rizóbio foi eficiente na produtividade e nodulação, com a testemunha absoluta alcançando 89% da produção da testemunha nitrogenada. A coinoculação com *Bradyrhizobium* alcançou 91% da produtividade da testemunha nitrogenada, e a inoculação somente com rizóbio alcançou 86%.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; fixação biológica de nitrogênio; simbiose.

Abstract

Biological nitrogen fixation is important sustainable management in common bean crop. This work evaluated the effect of inoculation and coinoculation of rhizobia and growth promoting bacteria on common bean (*Phaseolus vulgaris*) at field conditions. The experiment was conducted in Macaé – RJ, a traditional bean cultivation area. Five N sources were evaluated: absolute control; nitrogen control (80 kg N ha⁻¹); rhizobial inoculation; rhizobial + *Bradyrhizobium* coinoculation; rhizobial + *Azospirillum* coinoculation. Shoot, root and nodule dry weight at flowering, and grain yield at maturity, were evaluated. No significant effect of treatments was observed for all parameters. Native rhizobial population was effective for nodulation and grain yield, since the absolute control reached 89% of the yield of the nitrogen control. *Bradyrhizobium* coinoculation reached 91% of the yield of nitrogen control, while sole rhizobial inoculation reached 86%.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, biological nitrogen fixation, symbiosis.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Introdução

Na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), um dos fatores que mais contribuem para o custo de produção elevado é o uso de fertilizantes nitrogenados, visto que este é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas (STRALIOTTO et al., 2002). O custo ambiental da fertilização nitrogenada é também elevado, uma vez que as perdas desse nutriente no solo podem alcançar até 70% do total aplicado, com consequentes efeitos na contaminação dos mananciais hídricos. Neste contexto, independente do nível tecnológico dos produtores de feijão são demandadas tecnologias que representem uma alternativa viável e sustentável para promover a produtividade da cultura, com foco na segurança alimentar.

A coinoculação em feijoeiro é uma técnica de manejo utilizada com objetivo de elevar ao máximo o potencial de fixação biológica de nitrogênio (FBN) da cultura a partir da associação entre bactérias do grupo dos rizóbios e bactérias promotoras de crescimento vegetal. Esta alternativa é representada por um grupo de bactérias associativas capazes de promover o crescimento das plantas através de alterações fisiológicas devido à liberação de hormônios como auxinas e citocininas que promovem aumento no crescimento radicular (ZAFAR et. al., 2012), entre outros benefícios. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da coinoculação de *Rhizobium* com bactérias dos gêneros *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*, no crescimento e produção do feijoeiro cultura em condições de campo, em área com cultivo tradicional de feijoeiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido de maio a agosto de 2016, em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO) e a Secretaria Municipal de Agricultura e Agronegócios de Macaé. Foi implantado na região serrana de Macaé, RJ (22° 15' 56" S; 41° 59' 3" W), na localidade de Córrego do Ouro, numa gleba pertencente à Secretaria Municipal de Agricultura. Macaé está localizada na região Norte Fluminense, e responde pela maior área de cultivo (35,5%) e pela maior produtividade média do Estado, 1.059 kg/ha (SOUZA FILHO & ANDRADE, 2010). A região é um importante polo de produção, onde tradicionalmente o cultivo deste grão ocorre tanto em escala comercial em grandes propriedades, quanto em unidades familiares e assentamentos rurais.

O solo foi caracterizado em camadas superficiais e classificado como Neossolo Flúvico Tb Distrófico Gleissólico, característico pela influência aluvial e do lençol freático em subsuperfície. Submostras compostas contendo 10 gramas de solo foram utilizadas para avaliação da população nativa de rizóbio do solo, quantificada pela Meto-



dologia do Número Mais Provável, segundo SOMASEGARAN & HOBEN (1985). O inoculante turfoso foi preparado conforme o protocolo da Rede de Laboratórios para a Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola (RELARE).

A cultivar utilizada foi a BRS Esteio, do grupo de feijão preto, com elevada produtividade, ampla abrangência geográfica e responsiva à FBN em experimentos de campo anteriormente conduzidos pela equipe. Esta cultivar apresenta ciclo normal (85 a 94 dias), arquitetura ereta, massa de 100 grãos de 24 g e seu potencial produtivo atinge 4.700 kg ha⁻¹. A adubação de plantio foi feita com 40 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, como superfosfato simples, e N mineral, como ureia. A adubação de cobertura com uréia foi efetuada aos 25 dias após emergência. Foi adotado um delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições e cinco tratamentos: testemunha absoluta (sem aplicação de N e sem inoculação), testemunha nitrogenada (20 kg N ha⁻¹ na semeadura e 60 kg N ha⁻¹ em cobertura), inoculação com *Rhizobium* spp. (BR 322 = SEMIA 4077 e BR 520 = SEMIA4080) e *R. freirei* (BR 534 = SEMIA 4088), coinoculação com *Rhizobium* spp. + *Bradyrhizobium elkanii*, e coinoculação com *Rhizobium* spp. + *Azospirillum brasilense*.

Foi feita avaliação da biomassa de parte aérea, raízes e nódulos aos 35 dias após emergência, no estágio de floração plena. As parcelas experimentais de 3 x 5 m, compostas por 6 linhas espaçadas por 0,5 m. Sendo coletadas 6 plantas por parcela, na segunda linha de plantio, excluindo-se as plantas de bordadura lateral e de início da linha. As plantas foram retiradas do solo com auxílio de uma pá reta, sendo a parte aérea cortada ao nível do solo e as raízes e nódulos levados para processamento no laboratório. As raízes foram lavadas e os nódulos destacados, e o Material foi seco em estufa a 65 °C até peso constante. Na maturação dos grãos, as plantas colhidas foram avaliadas quanto ao número de plantas, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi corrigida para 13% de umidade. Os Resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

A quantificação da população de rizóbios no solo revelou uma população de 10⁷ células de rizóbios g⁻¹ de solo, que segundo HUNGRIA et al. (2003) é considerada elevada, visto que populações rizobianas em torno de 10³ células g⁻¹ de solo já são suficientes para proporcionar elevadas nodulações na cultura do feijoeiro. Esta elevada população é provavelmente decorrente do estímulo radicular à proliferação dos simbiontes micro-



bianos advindo dos cultivos sucessivos de feijoeiro no local. No registro de histórico da área não houve relatos de uso prévio de inoculação para os cultivos de feijão anteriores ao experimento. Os Resultados de campo mostraram que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para as variáveis massa seca da parte aérea, de raiz e nódulos (Tabela 1). Os tratamentos também não diferiram para o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produção de grãos (Tabela 2), e não afetaram o estande final de plantas.

Tabela 1: Massa seca de parte aérea, nódulos e raiz, de plantas de feijoeiro no estágio de floração, sob diferentes Fontes de nitrogênio.

Fontes de N	Massa seca de parte aérea (g planta ⁻¹)	Massa seca de nódulos (mg planta ⁻¹)	Massa seca de raiz (g planta ⁻¹)
Testemunha absoluta	4,50	31	0,47
Testemunha nitrogenada	4,63	9	0,60
Inoculado com <i>Rhizobium</i>	4,22	28	0,40
Coinoculado com <i>Azospirillum</i>	4,46	40	0,51
Coinoculado com <i>Bradyrhizobium</i>	4,65	32	0,42
Média geral	4,49	28	0,48
CV (%)	27,88	82,09	28,07

A nodulação do tratamento não inoculado (testemunha absoluta) foi similar àquela observada nos tratamentos inoculados, indicando que a população de rizóbios presente no solo apresentou elevada efetividade simbiótica. A presença significativa de rizóbios no solo dificulta a infecção das raízes pela estirpe do inoculante devido à alta adaptabilidade e competitividade desta população nativa. A inibição à nodulação no tratamento onde foi aplicado N mineral é bastante evidente, e tem sido amplamente relatada na literatura (PACHECO et. al. 2012), pois limita a contribuição do N oriundo da simbiose. A coinoculação com *Azospirillum* favoreceu uma nodulação mais abundante nas plantas de feijoeiro, cerca de 43% superior ao tratamento inoculado apenas com rizóbio. Os Resultados dos componentes de produção apresentados na Tabela 2 corroboram que a população nativa de rizóbios, além de apresentar-se efetiva simbioticamente mostrou-se de elevada eficiência. A produtividade do tratamento testemunha, sem aplicação de N e sem inoculação alcançou 2.332 kg ha⁻¹, 89% da produção da cultura quando adubada com 80 kg de N ha⁻¹.



Tabela 2: Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, obtidos em feijoeiro em função da inoculação e coinoculação de sementes.

Fontes de N	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Produção de grãos (kg ha ⁻¹)
Testemunha absoluta	8,1	5,3	26,5	2332
Testemunha nitrogenada	8,9	5,8	28,6	2600
Inoculado com <i>Rhizobium</i>	7,7	5,7	27,2	2257
Coinoculado com <i>Azospirillum</i>	9,4	5,4	26,7	2221
Coinoculado com <i>Bradyrhizobium</i>	7,5	4,9	27,2	2380
Média geral	8,3	5,4	27,2	2358
CV (%)	25,74	11,93	4,51	13,49

A produção média de grãos para todos os tratamentos foi elevada, bem acima da média para a região (1.200 kg ha⁻¹ em 2012), conforme informações da secretaria de agricultura de Macaé. Considerando-se a produtividade do tratamento testemunha absoluta, de 2.332 kg ha⁻¹, os dados indicam que em solos com elevada e eficiente população de rizóbio, através de um manejo adequado da cultura, não há necessidade de adubação nitrogenada para atingir elevados patamares de produtividade. A aplicação de 80 kg de N ha⁻¹ propiciou um incremento de 15% na produção de grãos, quando comparada à inoculação isolada com *Rhizobium*, dado este a ser considerado em relação ao custo da aquisição e aplicação de adubos nitrogenados. BRITO et al. (2015) em experimentos conduzidos na mesma região em solos com elevado teor de matéria orgânica e com cultivos sucessivos de feijoeiro, mostraram Resultados similares. No entanto, considerando-se o baixo custo da inoculação, a recomendação da pesquisa é a inoculação das sementes, garantindo-se a eficácia e eficiência da nodulação em solos onde houveram cultivos sucessivos de feijoeiro.

Conclusão

Não houveram respostas significativas do feijoeiro quanto aos tratamentos coinoculados, nos parâmetros avaliados, provavelmente pela alta população nativa de rizóbios presente no solo. A coinoculação com *Bradyrhizobium* foi a que alcançou melhor resultado, atingindo 91% da produção da testemunha nitrogenada, e ganhos de 5% em relação à inoculação padrão.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

Referências Bibliográficas

BRITO, L. F., PACHECO, R. S., DE SOUZA FILHO, B. F., DE BRITO FERREIRA, E. P., STRALIOTTO, R., & ARAÚJO, A. P. Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n.4, p. 981-992, 2015.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. *Biology and Fertility of Soils*, v. 39, p. 88-93, 2003.

PACHECO, R. S., BRITO, L. F., STRALIOTTO, R., PÉREZ, D. V., & ARAÚJO, A. P. Seeds enriched with phosphorus and molybdenum as a strategy for improving grain yield of common bean crop. *Field Crops Research*. v. 136, p. 97-106, 2012.

SOMASEGARAN, P., & HOBEN, H. J. Methods in legume-Rhizobium technology. Paia, Maui: University of Hawaii NifTAL Project and MIRCEN, Department of Agronomy and Soil Science, Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, College of Tropical Agriculture and Human Resources. p. 365, 1985.

SOUZA FILHO, B. F.; ANDRADE, W. A cultura do feijão no Estado do Rio de Janeiro. 1. ed. Niterói/RJ: PESAGRO-RIO, 2010. 96p.

STRALIOTTO, R., TEIXEIRA, M. G., MERCANTE, F. M., AIDAR, H., KLUTHCOUSKI, J., & STONE, L. Fixação biológica de nitrogênio. Produção do feijoeiro-comum em várzeas tropicais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p. 121-153, 2002.

ZAFAR, M.; ABBASI, M. K.; KHAN, M. A.; KHALIQ, A.; SULTAN, T.; ASLAM, M. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Growth, Nodulation and Nutrient Accumulation of Lentil Under Controlled Conditions. *Pedosphere*, v. 22, n. 6, p. 848-859, 2012.