

Site:
inicepg.univap.br
20 A 22 DE OUTUBRO

CIÊNCIA, SAÚDE E TECNOLOGIA:
AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E
CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE

RESPOSTA DO SISTEMA RADICULAR DO FEIJOEIRO-COMUM À INOCULAÇÃO ALTERNATIVA COM ESTIRPES RIZOBIANAS

Taine Teotônio Teixeira da Rocha¹, Alisson José Eufrásio de Carvalho¹, João Paulo Lemos¹, Ismael Rodrigues da Silva¹, Érica Pereira dos Santos², Inorbert Melo de Lima²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais/Campus São João Evangelista, Avenida Primeiro de junho, 1043 - Bairro Centro - 39705-000 - São João Evangelista, Brasil, taine.rocha@hotmail.com, alisson.carvalho@ifmg.edu.br, joao.lemos@ifmg.edu.br, ismaellrodrigues12@gmail.com

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 101 N, Km 151 (Caixa postal 62) - 29.900.960 - Linhares, Brasil, ericasantos.es3435@gmail.com, inorbert@incaper.es.gov.br

Resumo - O nitrogênio é um dos elementos mais exigidos pela cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) e por fim, limitante da sua produção. Sendo uma leguminosa, possui a capacidade de se associar simbioticamente com bactérias diazotróficas, se beneficiando da fixação biológica de nitrogênio, que pode ser potencializada com o uso de inoculantes específicos. Partindo desse princípio, há a possibilidade da produção alternativa de um inoculante, a partir de raízes noduladas do próprio feijoeiro. Objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta do sistema radicular do feijoeiro-comum submetido a inoculação com um inoculante alternativo com estirpes rizobianas localmente adaptadas. A eficiência do inoculante foi comparada nas concentrações de 0%; 25%; 50%; 75% e 100%. O IA promoveu incrementos significativos apenas para as variáveis de nodulação e na razão de área superficial de raiz pelo volume de raiz do feijoeiro – comum, embora, provavelmente esses nódulos estivessem ocupados por bactérias menos eficientes ou antagonica na FBN da cultura, uma vez que esta nodulação não refletiu sobre as demais variáveis avaliadas.

Palavras-chave: Bactérias diazotróficas. Leguminosa. Simbiose.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica- Agronomia

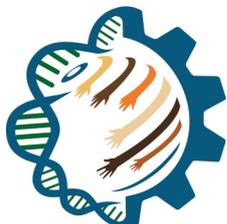
Introdução

O feijão - comum (*Phaseolus vulgaris*) é uma cultura de grande importância socioeconômica. É uma leguminosa nodulífera com capacidade de estabelecer simbiose mutualista com bactérias da família Rhizobiaceae, presente naturalmente no solo ou por meio de inoculação de sementes, e assim se beneficiar do nitrogênio (N) fixado pelo processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN) (VIÇOSI; PELÁ, 2020).

A resposta eficiente da simbiose funcional é inteiramente dependente de fatores intrínsecos ao ambiente, a planta, a estirpe, bem como da interação entre estes (HUNGRIA *et al.*, 1991). E em função destas características, a capacidade de FBN da cultura ainda é pouco eficiente. A fim superar este cenário, diversas estratégias têm sido conduzidas em trabalhos de pesquisa, voltados principalmente, às características relacionadas as estirpes. Com o amparo desenvolvido nestes trabalhos, permite a substituição, ainda que parcial, do N mineral, garantindo produtividades acima de 2500 kg ha⁻¹ (FERREIRA, *et al.*, 2013).

A inoculação do feijoeiro-comum com estirpes ainda não apresenta resultados sólidos que garantem a recomendação inequívoca da técnica na substituição total da adubação mineral, fazendo com que a prática seja subavaliada e pouco explorada pelos produtores, representando apenas 0,3% do consumo total de inoculantes no país (FERREIRA, *et al.*, 2013; ANPII, 2018).

Considerando essa parcialidade na contribuição de N pela FBN na cultura, relevado ao fator potencial que pode ser alcançado em termos econômicos e ambientais, se faz necessário o desenvolvimento de alternativas para intensificar o quantitativo da FBN na cultura do feijoeiro-comum (BERTOLDO *et al.*, 2015). A possibilidade da produção de um inoculante alternativo (IA) a partir de



Site:
inicepg.univap.br
20 A 22 DE OUTUBRO

CIÊNCIA, SAÚDE E TECNOLOGIA:
AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E
CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE

um extrato de raízes noduladas do próprio feijão tecnicamente produzido e prontamente disponível ao produtor pode representar uma alternativa para otimizar a FBN no feijoeiro (ROCHA, 2013).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar a resposta do sistema radicular do feijoeiro-comum submetido a inoculação com um inoculante alternativo com estipes rizobianas localmente adaptadas.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, localizada no município de Virginópolis (MG), utilizando-se um solo de textura argilosa coletado na região. O solo foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, destorroado, homogeneizado e acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 25 L. A correção do solo foi realizada um mês antes da semeadura, usando como fonte o agrosilício considerando-se os resultados da análise do solo e a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de MG. Como fonte de N, aplicou-se a uréia na dose de 50 kg ha⁻¹ dividida em duas parcelas (plantio e cobertura), 80 kg ha⁻¹ de P e 30 kg ha⁻¹ de K, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos compreenderam cinco concentrações do IA a partir da diluição da dose bruta em partes de água, 0%; 25%; 50%; 75% e 100%, sendo: T0: testemunha; T1: 25% do IA; T2: 50% do IA; T3: 75% do IA e T4: 100% do IA.

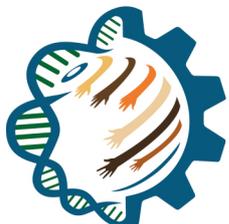
Para a preparação do IA foram seguidos os procedimentos metodológicos descritos por Rumjaneck *et al.*, (2017). Para tal, foram coletadas raízes de plantas de feijoeiro-comum (cultivar BRS Esteio- Plantas matrizes) aos 29 DAP, de uma área já com o histórico de plantio dessa cultura. As raízes contendo os nódulos ativos foram selecionadas e lavadas em água corrente sob uma peneira de malha fina (2 mm), obtendo-se um volume final de raízes noduladas equivalente a 8 mL, que foram trituradas por 5 minutos no liquidificador, com a adição de 12 ml de água filtrada sem cloro, e em seguida, misturada a 1 mL de solução açucarada. A suspensão obtida foi coada em peneira de malha fina, produzindo-se a dose bruta (100%), e desta, as doses diluídas. Ao final de cada diluição obteve-se um volume final de 20 mL tratamentos⁻¹

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com o IA durante 20 minutos e em seguida, permaneceram durante uma hora sobre papel absorvente. No plantio, foram semeadas 5 sementes vaso⁻¹, realizando o desbaste aos 5 e 7 DAE (REIS *et al.*, 2018), mantendo-se duas plantas vasos⁻¹. O fornecimento de água foi realizado com regas manuais e diárias com um volume aproximado de 1 L planta dia⁻¹ (REIS *et al.*, 2018).

No início da floração (29 DAP), foram avaliados massa seca de raiz (MSR), número de nódulos (NN), volume de raiz (VR) e área superficial radicular (ASR). O material coletado foi seco em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante, determinando-se a matéria seca de raiz. A contagem do número de nódulos foi realizada manualmente, o volume de raízes e a área superficial radicular com um sistema de análise de raiz tipo WinRHIZO. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão, e as médias dos tratamentos quando significativas, comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade usando o programa estatístico SISVAR versão 4.6 (FERREIRA, 2003).

Resultados

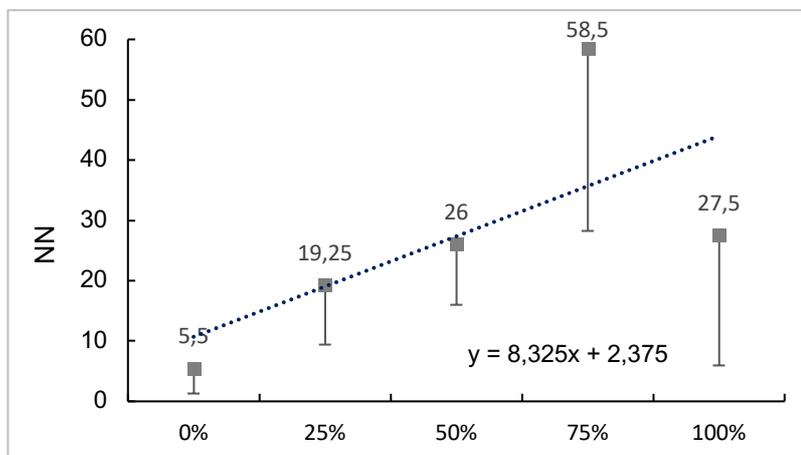
O tratamento das sementes do feijoeiro-comum (cv. BRS esteio) com o IA influenciou significativamente na variável NN, em que, a concentração de 75% do IA diferiu estatisticamente da testemunha, sendo que para os demais tratamentos não houve diferenças estatísticas (Figura 1). Com o aumento da concentração do IA até a dose de 75% observou-se o aumento progressivo do NN, atingindo o valor médio máximo de 58,5 NN parcela⁻¹, 90,6% em relação as unidades que não receberam nenhuma das concentrações do IA.



Site:
inicepg.univap.br
20 A 22 DE OUTUBRO

CIÊNCIA, SAÚDE E TECNOLOGIA:
 AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E
 CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE

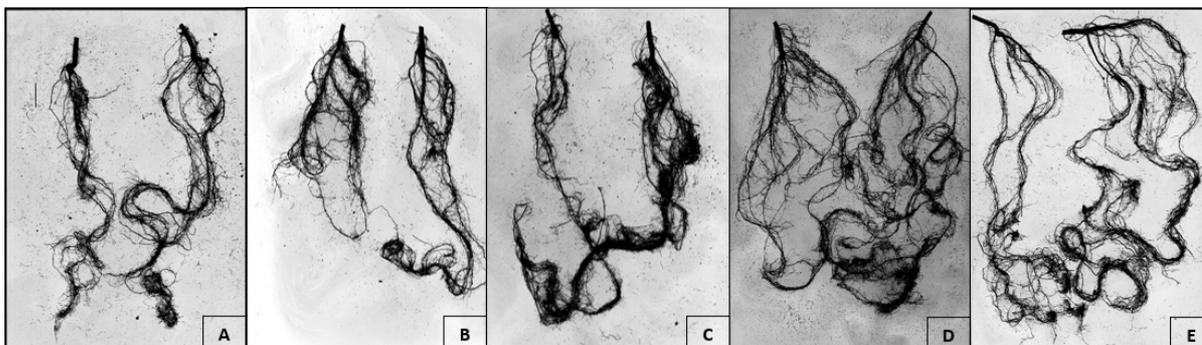
Figura 1 – Média do número de nódulos de *P. vulgaris* em função das concentrações do IA



*NN : Número de nódulos; Doses do IA (0; 25%; 50% 75% e 100%)
 Fonte: os autores

Entre os tratamentos, não foram observadas diferenças significativas para MSR e VR (Figura 2; Tabela 1) em comparação a testemunha. Contudo, as plantas das unidades tratadas com o IA apresentaram um maior incremento de matéria seca no sistema radicular, com exceção a maior dose, que apresentou um decréscimo de 11,36% em comparação a testemunha (Tabela 1).

Figura 2 – Volume e massa seca de raiz em função das concentrações do inoculante alternativo

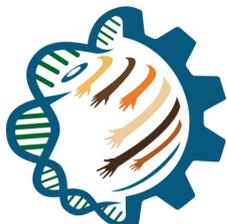


Em A: Testemunha; B: Concentração 25% do IA; C: 50% do IA; D: 75% do IA; E: 100% do IA
 Fonte: os autores

Não houve diferença significativa entre as testemunhas e as unidades do IA em relação ASR, embora a concentração de 75% do IA tenha apresentado o percentual de 30,22% em relação a testemunha (Tabela 1).

Tabela 1 – Volume de raiz e massa seca radicular de *Phaseolus vulgaris* em função das concentrações do IA

Tratamento	VR ^{ns} (cm ³)	MSR ^{ns} (g)	ASR ^{ns} (cm ²)	ASR/ VR ^{**} (cm ² cm ⁻³)
0%	3,9250	0,5175	50,7816	13,5860 ab
25%	6,0700	0,7425	64,4188	10,9226 a
50%	5,24	0,8125	52,1401	9,8911 ab
75%	4,2175	0,79	65,6137	16,05809 ab
100%	3,480	0,6775	54,6320	17,8295 b



Site:
inicepg.univap.br
20 A 22 DE OUTUBRO

CIÊNCIA, SAÚDE E TECNOLOGIA:
AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E
CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE

* VR (Volume de raízes), MSR (Matéria seca de raiz), ASR (Área superficial de raiz), ASR/ VR (Razão da área superficial da raiz pelo volume de raízes). ^{ns} Não Significativo conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Significativo conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: os autores

Para a razão ASR/ VR, encontrou-se diferença significativa entre a concentração de 25% e 100%, com a dose mais concentrada, apresentando-se com um acréscimo de 4,30 cm² cm⁻³ da testemunha. Para os outros tratamentos, não foi observada diferença significativa.

Discussões

Os resultados obtidos com a concentração de 100% do IA diferem dos apresentados por Rocha (2013), em que aos 28 DAP as plantas que receberam o extrato apresentaram maior média em NN, diferindo-se estatisticamente da testemunha. A nodulação obtida com o extrato de nódulos concorda com as descrições realizadas por Vargas *et al.*, (1991) e Stralio (2002), destacando que valores superiores a 20 nódulos por planta indicam boa nodulação, embora Câmara (2000) e Toller *et al.*, (2009) ressaltam que a massa seca de nódulos proporciona melhor correlação com eficiência de nodulação e produtividade.

O não incremento em matéria seca da raiz corrobora com os resultados apresentados por Reis (2018), no qual o inoculante alternativo não estimulou o acúmulo de matéria seca nesse órgão em plantas do feijoeiro - caupi.

Os valores de ASR são importantes indicadores da capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas, constituindo-se em estimativas comumente utilizadas nos estudos de sistemas radiculares (GARCIA, 2000). Sistemas radiculares com elevada razão entre ASR E VR exploraram um maior volume de solo (LYNCH, 1995; SHACHTMAN *et al.*, 1998). Os resultados aqui apresentados são em sua dominância superiores aos apresentados por Cesário (2020), em que a relação variou entre 5,5 a 10,63 cm² cm⁻³ com diferentes cultivares de feijão-comum.

Nota-se que embora as plantas das unidades que receberam a dose de 75% tenham apresentado uma maior nodulação, a presença desses nódulos não influenciou estaticamente sob as outras variáveis, o que pudesse favorecer uma superioridade de exploração do solo em relação as demais.

A cultura do feijão caracteriza-se pela elevada promiscuidade na relação com bactérias diazotróficas, tendo o seu sistema radicular colonizado por diferentes espécies de organismos (FONSECA, 2011). Diante disso, bactérias menos eficientes na fixação do nitrogênio podem associar-se ao sistema radicular reduzindo a eficiência da fixação. Segundo Pugashetti *et al.*, (1982) há um grande número de microrganismos presentes na comunidade microbiana do solo que são antagônicos ou parasitas ao rizóbio e seu efeito principal está na alteração do tamanho e composição da população microbiana, o qual pode resultar em uma vantagem numérica para certas estirpes ou grupos de rizóbio, podendo levar a uma alteração na ocupação nodular.

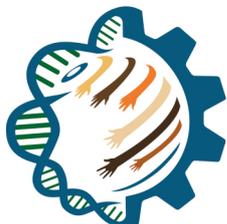
Conclusões

O IA promoveu incrementos significativos apenas para as variáveis de nodulação e na razão da área superficial de raiz pelo volume de raiz do feijoeiro – comum, embora, provavelmente esses nódulos estivessem ocupados por bactérias menos eficientes ou antagônica na FBN da cultura.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES E IMPORTADORES DE INOCULANTES (ANPII) (São Paulo). **Comercialização de inoculantes no Brasil**. Disponível em: <<http://www.anpii.org.br/artigos/>>. Acesso em: 10 out. 2019.

BERTOLO, G.B; PELISSER, A; SILVA, R.P; FAVRETO, R; OLIVEIRA, L.A.D. **Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia**. Goiânia, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v45n3/1517-6398-pat-45-03-0348.pdf>. Acesso em: ago.2019.



Site:
inicepg.univap.br
20 A 22 DE OUTUBRO

CIÊNCIA, SAÚDE E TECNOLOGIA:
AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E
CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE

CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: Câmara GMS (Eds.) **Soja: Tecnologia da Produção II**. Piracicaba, ESALQ/USP. p. 295-339, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001137211> > Acesso em: Abri. 2021.

CESARO, E, E. **Caracterização do sistema radicular de cultivares de feijão**. Pato Branco- MG, 2018. Disponível em:
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11323/1/PB_COAGR_2018_1_07.pdf. Acesso em: Aug. de 2021.

FERREIRA, D. F. Programa SISVAR: Sistema de Análise de Variância. Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras: **DEX/UFLA**. 2003.

FERREIRA, E.P.B; HUNGRIA, M.; MENDES, I.C.; MERCANTE, F.M. Contribuições para melhoria da eficiência da fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro comum no Brasil. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.251-281, 2013.

FONSECA, G.D. Resposta de cultivares de feijoeiro comum à inoculação das sementes com estirpes de rizóbios em Minas Gerais. Lavras, 2011.

GARCIA, R.V. **Sistema radicular de bananeira irrigada por aspersão convencional e microaspersão no projeto Jaíba, MG**. Viçosa, 2000. Disponível em:
<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/10734/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: Aug. 2021.

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, n. 2, p. 88-93, 2003.

LYNCH, J.P. Root architecture and plant productivity. **Plant Physiology**, v.109, p.7-13,1995.

PUGASHETTI, B.K.; ANLE, J.S.; WAGNER, G.H. Soil microorganisms antagonistic towards *Rhizobium japonicum*. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 14, p. 45-49. 1982.

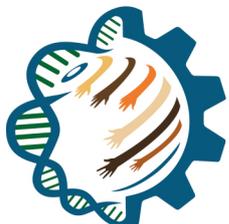
REIS, V. R.R; SOUZA, L. R. S; VIEIRA, G. L. S; COELHO, K. B. S; FILHO, A.S.C; SILVA, M.R.M. Crescimento vegetativo do feijão-caupi com inoculante alternativo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, Pb, v. 13, n. 4, p..466-471, 08 set. 2018.

ROCHA, Brauly Martins. **Prática alternativa de inoculação de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. ouro vermelho) com estirpes rizobianas localmente adaptadas**. 2013. 50 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agricultura Orgânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Agronomia, Seropédica,2013. Disponível em:
<<http://cursos.ufrrj.br/posgraduacao/ppgao/files/2016/04/Disserta%C3%A7%C3%A3o-BraulyRocha.pdf>>. Acesso em: Abr. 2020.

RUMJANECK, N.G; BASTOS, J.L; OLIVEIRA, FERREIRA, R.T; CARVALHEIRO, L.B.S; AGUIAR, L.A; DIAS, A. RIBEIRO, R.L.D. **Prática Alternativa para inoculação de sementes de feijão- caupi a partir de raízes finas noduladas**. Seropédica- RJ, 2017. Disponível em: COMUNICADO-Norma-pratica-alternativa-para-inoculacao-de-sementes.pdf. Acesso em: ago. 2019.

STRALIOTTO, R. **A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro**. Brasília: Embrapa, 2002. Disponível em:<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbni_inocula_feijoeiro>. Acesso em: Mai. 2021.

SCHACHTMAN, D.P., REID, R.J., AYLING, S.M. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. **Plant Physiol**, Australia, v.116, 1998. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/13740435_Phosphorus_Uptake_by_Plants_From_Soil_to_Cell. Acesso em: Aug. 2021



XXV, INIC
Encontro Latino Americano
de Iniciação Científica

XXI, EPG
Encontro Latino Americano
de Pós-Graduação

XV, INIC Jr
Encontro Latino Americano
de Iniciação Científica - Jovem

XI, INID
Encontro Nacional
de Iniciação à Docência

V, CONPAT
Congresso de
Pesquisa Aplicada e Tecnológica

ENEXUN
Encontro Nacional de
Extensão Universitária



Site:
inicepg.univap.br
20 A 22 DE OUTUBRO

CIÊNCIA, SAÚDE E TECNOLOGIA:
AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E
CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE

TOLLER, E.V.; BÁRBARO, I.M.; BÁRBARO-JÚNIOR, L.S. Análise de parâmetros de fixação biológica de nitrogênio em cultivares comerciais de soja. **Nucleus**, v.6, n.1, abr. 2009.

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.

VIÇOSI, K.A; PELÁ. A. Doses de nitrogênio em cobertura e inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijão-vagem. **Revista cultura agrônômica**, v.29, p. 336-338, 2020.