

Efeitos da inoculação nas características agronômicas do feijão

Renan Turra¹; Helton Aparecido Rosa¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}Renanlturra1233@gmail.com

Resumo: O uso de inoculantes nas culturas tem uma importante influência na fixação de nitrogênio, sendo de suma importância na absorção desse nutriente pela planta. O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da utilização de inoculantes nas características morfológicas na cultura do feijão. O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel, região Oeste do Estado do Paraná, realizado no período de setembro de 2023 a janeiro de 2024. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), contendo quatro tratamentos: T1 = Testemunha, T2 = *Bradyrhizobium*, T3 = *Azospirillum*, T4 = Co-Inoculação (*bradyrhizobium* + *azospirillum*), e cinco repetições. A aplicação dos inoculantes foi feita por tratamento de semente. Os parâmetros avaliados foram o teor de clorofila, número de grãos por planta e número de vagens por planta. Após a coleta dos dados, os resultados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilk, e posteriormente submetidos ao teste de Tukey a nível de significância de 5 % utilizando o software SISVAR. (FERREIRA,2019). O uso de inoculantes recomendados para soja influencia os teores de clorofila A em plantas de feijão. No entanto, não foram observados benefícios nos números de vagens e grãos por planta, nem nos teores de clorofila B, entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; Microorganismos; Nodulação

Effects of inoculation on the agronomic characteristics of beans

Abstract: The use of inoculants in crops has an important influence on nitrogen fixation, being of paramount importance in the absorption of this nutrient by the plant. The objective of this experiment was to evaluate the effects of using inoculants on morphological characteristics in bean crops. The experiment was conducted at the Technology Development and Diffusion Center - CEDETEC, located at the Assis Gurgacz University Center, located in the municipality of Cascavel, western region of the State of Paraná, carried out from September 2023 to January 2024. The experimental design used was randomized blocks (DBC), containing four treatments: T1 = Control, T2 = *Bradyrhizobium*, T3 = *Azospirillum*, T4 = Co-Inoculation (*bradyrhizobium* + *azospirillum*), and five replications. The application of inoculants was done by seed treatment. The parameters evaluated were chlorophyll content, number of grains per plant and number of pods per plant. After data collection, the results were subjected to the Shapiro Wilk normality test, and subsequently subjected to the Tukey test at a significance level of 5% using the SISVAR software. (FERREIRA,2019). The use of recommended soybean inoculants influences chlorophyll A levels in bean plants. However, no benefits were observed in the number of pods and grains per plant, nor in chlorophyll B levels, between treatments.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; Microorganisms; Nodulation

Introdução

O feijão é uma das leguminosas mais consumidas no mundo. Ele desempenha um papel fundamental na alimentação de diversas famílias, fornecendo abundante quantidade de proteínas e ferro. Portanto, essa cultura é de extrema importância, especialmente em regiões com populações de baixa renda, onde desempenha um papel crucial tanto do ponto de vista socioeconômico quanto nutricional.

A restrição do uso da tecnologia é um dos elementos que contribuem para a baixa fertilidade natural com níveis reduzidos de matéria orgânica no solo (FREIRE, 2005). Para aumentar a produtividade dessa cultura no Estado do Paraná, reduzir os custos de produção e melhorar a renda dos agricultores locais, é promissora a implementação da fixação biológica de nitrogênio (FBN) por meio da inoculação das sementes com estirpes de rizóbios altamente eficazes. Estudos realizados, especialmente na região semiárida nordestina, demonstraram a obtenção de rendimentos de grãos significativos com o uso de inoculantes contendo estirpes altamente eficientes (MARTINS *et al.*, 2003).

Inoculante é qualquer produto que contenha microrganismos benéficos para o desenvolvimento das plantas, dessa forma, os inoculantes atuam como veículos para transportar as bactérias selecionadas (CARVALHO; FERREIRA; HUNGRIA, 2010). No contexto brasileiro, os inoculantes estão disponíveis em duas formas físicas: sólida (em pó) e líquida (fluida). A composição de cada inoculante deve incluir exclusivamente estirpes de bactérias que são recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (CARVALHO; FERREIRA; HUNGRIA, 2010)

Segundo Soares *et al.* (2006), a busca por novas estirpes capazes de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com o feijoeiro desempenha um papel crucial na otimização do processo simbiótico. No entanto, é importante ressaltar que as estirpes selecionadas em ambientes controlados, como laboratórios e casas de vegetação, podem não atingir todo o seu potencial de fixação de nitrogênio quando aplicadas em condições de campo. O uso inadequado desses compostos pode resultar na contaminação de recursos hídricos e produtos vegetais destinados ao consumo humano, prejudicando o equilíbrio ambiental (MARIN *et al.*, 1999).

O nitrogênio é o nutriente de maior demanda para o crescimento da cultura do feijão. No entanto, é importante destacar que o feijoeiro não pode absorver quantidades suficientes desse nutriente por meio da fixação biológica para atender a todas as suas necessidades (FAGERIA e BALIGAR, 2005). Ele é um nutriente transportado floema. Quando a planta apresenta deficiência desse nutriente, a relação entre carboidratos solúveis e proteínas aumenta, pois há

escassez de nitrogênio para a síntese proteica. Além de resultar em teores reduzidos de proteínas nos grãos, a deficiência de nitrogênio também provoca o amarelamento completo das folhas mais antigas devido à diminuição na produção de clorofila (SFREDO e OLIVEIRA, 2010)

Estudos realizados por Brandelero *et al.* (2009) tiveram objetivo aprimorar a eficácia da simbiose entre as plantas de soja e as estirpes de *Bradyrhizobium*, visando alcançar a máxima produtividade na cultura. No entanto, é importante notar que existe uma variação na eficiência do processo simbiótico das estirpes que formam os nódulos nas raízes da soja, resultando em diferentes interações entre as bactérias e os genótipos da cultura

A clorofila é um pigmento fundamental encontrado nas plantas e algas. É essencial para o processo de fotossíntese, que é a maneira pela qual as plantas convertem luz solar em energia química.

O feijoeiro faz parte da mesma família botânica da soja, englobando espécies que evoluíram em associação com bactérias simbióticas denominadas rizóbios, essas bactérias colonizam o sistema radicular da planta durante as fases iniciais de desenvolvimento, estimulando a divisão celular em áreas do córtex radicular, transformando-as em células capazes de fixar nitrogênio (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Esse processo de proliferação bacteriana resulta na formação dos nódulos radiculares (RAVEN *et al.*, 2007). Nesse cenário, tornou-se frequente o emprego de produtos biológicos como estratégia para promover colheitas bem-sucedidas de feijão (OLIVEIRA, 2018).

Diante disto, o objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da utilização de inoculantes recomendados para a cultura da soja nas características agrônômicas da cultura do feijão.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, localizada no município de Cascavel região Oeste do estado do Paraná, com localização geográfica 24°56'25''Sul e 53°30'52''Oeste e latitude de 740 metros.

O experimento foi realizado no período de setembro de 2023 a janeiro de 2024, foram utilizados os inoculantes *bradyrhizobium* e *azospirillum* na cultura do feijão. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico, textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2018). O clima da região é classificado em temperado mesotérmico e úmido.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), contendo quatro tratamentos: T1 = Testemunha, T2 = *Bradyrhizobium*, T3 = *Azospirillum*, T4 = Co-Inoculação (*bradyrhizobium* + *azospirillum*), e cinco repetições por tratamento, totalizando 20

unidades experimentais. Em todos os tratamentos utilizou-se a dose comercial recomendada para a cultura da soja. Cada unidade experimental teve 6 m², com área total de 230 m² com espaçamento de 40 centímetros entre unidades experimentais, sendo avaliado as duas linhas centrais.

Foi realizado uma análise de solo no dia 05/09/2023, a qual apresentou os seguintes dados:

Tabela 1 - Resultados obtidos da análise química do solo da área onde foi instalado o experimento, Cascavel-PR, 2023.

-----Cmolc/dm ³ -----								-----mg/dm ³ -----							
Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	T	t	MO	B	S	Fe	Mn	Cu	Zn	
								(%)							
3,93	1,14	0,32	0,42	8,36	5,39	13,75	5,81	47,52	0,15	4,95	26,10	12,50	3,20	2,10	

As sementes foram tratadas utilizando a dose comercial recomendada pelo fabricante para a cultura da soja, a qual é de 3 mL para Bradyrhizobium e 1,5 mL de Azospirillum por quilo de semente. O inoculante Azospirillum continha as seguintes CEPAS: Ab-V5 e Ab-V6, já o inoculante Bradyrhizobium continha as SEMIA 5079 e 5080.

A semeadura foi realizada no sistema plantio direto sobre a palhada no dia 10 de outubro de 2023, usando a cultivar BRS ESTILO que tem ótima adaptabilidade e resistência as doenças comuns do feijoeiro, com ciclo de cultivo relativamente curto, com adubação em sulco de plantio e dose de 580 kg ha⁻¹ do adubo de Superfosfato Simples e densidade de 260 mil plantas por hectare, espaçamento de 0,45 metros entre linhas, semeado no início de outubro. Após 38 dias da semeadura foi realizada a adubação foliar utilizando URÉIA com concentração de 46%. Com dose de 150 kg ha⁻¹, pouco antes de uma chuva a fim de evitar a volatilização e melhor aproveitamento pela cultura.

O método de controle de plantas invasoras foi o de capina manual, realizado antes do início do mato competição com a cultura avaliada, após ocorreu o acompanhamento e a capina quando necessária. Foi realizado a aplicação de fungicidas dos grupos químicos Estrobilurina e Triazol na dose de 0,60 L ha⁻¹ com volume de calda de 100 L ha⁻¹ para controle das principais doenças que a cultivar era suscetível. Também realizou-se uma aplicação única de inseticida do grupo químico Neonicotinóide e Piretróide na dose de 100 mL ha⁻¹ com volume de calda de 200 L ha⁻¹ para controle de insetos sugadores e mastigadores no estágio de maturação.

Os parâmetros avaliados foram o número de vagens por planta, realizando a contagem manual, número de grãos por planta sendo realizado a contagem manual e análise do teor de clorofila da folha utilizando-se o equipamento Clorofilômetro modelo CFL1030 para avaliação aos 50 dias após a semeadura. O clorofilômetro é um dispositivo portátil utilizado principalmente para medir o teor de clorofila nas folhas das plantas. A clorofila é um pigmento essencial para a fotossíntese, e a medição do seu conteúdo pode fornecer informações valiosas sobre a saúde e a eficiência fotossintética das plantas.

Após a coleta dos dados, os resultados foram submetidos ao teste de normalidade utilizando o Shapiro Wilk e posteriormente submetidos à análise variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a nível de significância de 5 %, utilizando o software SISVAR. (FERREIRA, 2019).

Resultados e discussão

Com base nos dados obtidos pode-se observar que para os parâmetros número de vagens por planta, clorofila B e número de grãos por planta os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 2), por outro lado o parâmetro clorofila A mostrou uma diferença estatística no tratamento 4 com relação aos demais. O aumento do teor de clorofila na planta era esperado, devido a ação de bactérias fixadoras de nitrogênio que atuam fornecendo um ambiente radicular mais saudável para o desenvolvimento da planta. A diferença no Tratamento 4 com relação aos demais mostra que o uso de *Azospirillum* resulta em uma melhor taxa fotossintética, submetendo as plantas a um desenvolvimento com maior vigor assim como os resultados obtidos no estudo realizado por (BARASSI et al., 2008).

Tabela 2 - Resultados obtidos dos dados coletados a campo e submetidos aos testes de parâmetros da avaliação.

Tratamentos	NVP	CLOR A	CLOR B	NGP
T1	20,64 a	38,36 ab	10,14 a	100,74 a
T2	19,00 a	37,98 ab	9,56 a	88,02 a
T3	20,28 a	36,96 a	9,41 a	93,26 a
T4	20,24 a	40,38 b	13,45 a	95,04 a
CV (%):	13,36			
DMS:	22,86			

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, CV = Coeficiente de variação: Médio, DMS = Diferença mínima significativa. T1 = Testemunha, T2 = *Bradyrhizobium*, T3 = *Azospirillum*, T4 = Co-Inoculação (*bradyrhizobium* + *azospirillum*). NVP = Número de Vagens por planta, Clor A = Clorofila A, Clor B = Clorofila B, NGP = Número de grãos por planta.

Os outros parâmetros que não diferiram entre si concordaram com a pesquisa realizada por Ferreira et al.(2000), o qual concluíram que o número de grãos por planta e número de vagens por planta tem baixa interferência pelo uso de inoculantes, mostrando que esses fatores dependem da escolha da cultivar.

Com base na variável Clorofila A pode-se perceber que a utilização da Co-Inoculação resultou em folhas com maiores teores de nitrogênio, isso acaba influenciando diretamente na taxa fotossintética, uma vez que a mesma molécula é essencial na formação de clorofila, e assim com uma quantidade maior de clorofila a planta consegue aumentar sua eficiência fotossintética, assim como uma pesquisa realizada por Gilabel (2018), a qual constatou que o Nitrogênio é essencial para aumentar o índice de área foliar e aumento da taxa de fotossíntese.

As variáveis número de vagens por planta, clorofila B e número de grãos por planta não obtiveram diferenciação estatística entre si, assim como no trabalho realizado por Cavalcante et al. (2017), no qual o uso de inoculantes não interferiu diretamente nas variáveis número de grãos e número de vagens por planta. Por outro lado, Rocha, Castro e Freitas. (2019), concluíram em seu trabalho que o tratamento com o uso de inoculantes obteve o maior número de grãos por planta e produtividade com relação aos demais. Rocha *et al.* (2021) obtiveram em seus resultados que o uso de *Azospirillum* em solos arenosos na cultura do feijão comum obteve incremento no número de vagens por planta, o qual assemelha-se os resultados em solo argiloso.

Conclusão

O uso de inoculantes recomendados para soja influencia os teores de clorofila A em plantas de feijão. No entanto, não foram observados benefícios nos números de vagens e grãos por planta, nem nos teores de clorofila B, entre os tratamentos.

Referências

- ARAÚJO, F. F. de; ARAÚJO, A. S. F. de; SOUZA, M. R. de. Inoculação do feijão-caupi com rizobactérias promotoras de crescimento e desempenho na produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, n. único, p. 53-58, jan./dez. 2012.
- BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: **Asociación Argentina de Microbiología**, Argentina, p. 49-59, 2008.

BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. Semina: **Ciências Agrárias**, v.44, n.11, p. 1491-1498, Londrina, 2009.

CARVALHO, G. A. B.; FERREIRA, E.; HUNGRIA, M. A importância do controle de qualidade dos inoculantes. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 5., 2010, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2010.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; TOSCANO DINIZ, B. L. M.; PEREIRA BERTINO, A. M. Inoculation of local cowpea bean cultivars with rhizobia strains. Amazonian Journal of Agricultural Sciences, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 38-44, jan/mar. 2017.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. In: SPARKS, D. L. **Advances in Agronomy**. San Diego: Academic Press, 2005. v. 88, p. 97-185.

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. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 507-512, jul./set. 2000

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A.; RIBEIRA, A. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 519 p

GILABEL, AMANDA PRADO. Co-inoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum* e adubação nitrogenada na cultura do feijão comum. 2018. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018.

MARIN, V. A.; BALDANI, V. L. D.; TEXEIRA, K. R. S.; BALDANI, J. I.; Fixação biológica de nitrogênio: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical. Folheto EMBRAPA Seropédica- RJ, 1999.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C.P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the Semi-Arid Region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 38, p. 333-339, 2003.

RAVEN. **Biologia vegetal** / Ray F. Evert e Susan E. Eichhorn; revisão técnica Jane Elizabeth Kraus; tradução Ana Claudia M. Vieira... [et.al.]. – 4. ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ROCHA, H. G. da S.; CASTRO, H. de S.; FREITAS, J. R. B. Resposta de feijão-caupi à inoculação com estirpe de rizóbio. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, Paranaguá, PR, v. 4, n. 2, p. 123-134, jul./dez. 2019.

ROCHA, M. J. C.; ONGARATO, G.; FERRARI NETO, J.; COSTA, F. A.; JADOSKI, C. J.; GUILHERME, D. de O. Componentes da produção do feijão preto cultivado em solo arenoso em função da inoculação das suas sementes com *Azospirillum* Brasiliense. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 10, p. 95385-95396, out. 2021.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SFREDO, G. J; OLIVEIRA, M. C. N. **Soja Molibdênio e Cobalto**, folheto EMBRAPA. Londrina- PR, 2010.

SOARES, A. L. L.; FERREIRA, P. A. A.; PEREIRA, J. P. A. R.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em perdões (MG). II – feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5 a 6, p. 65. 2006.