

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n6e1400>

## Eficiência de diferentes tipos de inoculantes na cultura da soja

Aurélio Ferreira Melo<sup>1</sup>, Thais Miranda Silva Freitas<sup>2</sup>, Roberto Barbuio<sup>3</sup>, Juracy Mendes Moreira<sup>4</sup>, Antônio Florentino de Lima Junior<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Professor Doutor em Ciências Agrárias - Agronomia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

<sup>2</sup>Professora Doutora em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Brasil

<sup>3</sup>Professor Doutor em Medicina Veterinária. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

<sup>4</sup>Professor Mestre em Estatística e Experimentação Agropecuária. Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

<sup>5</sup>Professor Mestre em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Goiás - Unidade de Anápolis. Anápolis – GO.

\*Autor para correspondência. E-mail: juramendes94@gmail.com

**Resumo.** A inoculação de *Bradyrhizobium* específico para a cultura da soja é uma prática indispensável de cultivo dessa leguminosa, neste estudo, optou-se pela inoculação tradicional, via semente. O experimento foi desenvolvido em um solo classificado como latossolo vermelho com textura média em um utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 7 repetições, cada unidade experimental foi constituída de 1 m<sup>2</sup>, os tratamentos analisados foram: (T1) inoculante líquido, (T2) inoculante turfoso (T3) inoculante líquido + turfoso, (T4) sem inoculante. O objetivo proposto neste estudo foi verificar a necessidade de utilizar inoculantes no plantio da soja em áreas com cultivo da cultura a mais de seis anos. De acordo com o teste F verificou-se diferença significativa entres os tratamentos, sendo que o tratamento (T3) destacou-se entre os demais para comprimento de raiz, quantidade de nódulos e concentração de nitrogênio na folha. O tratamento (T2) embora tenha sido inferior ao (T3) apresentou melhores resultados que os tratamentos (T1) e (T4). Nas condições experimentais utilizando a cultivar Brasmax Bônus 8579IPRO houve uma diferença significativa na utilização dos produtos, com destaque para a inoculação líquida + turfoso (T3), apresentando uma maior concentração de nitrogênio na folha da planta, obtendo ainda um maior número de nódulos e comprimento de raiz. Como o valor da estatística F para a variável comprimentos médios de raiz, número médio de nódulos e teor médio de nitrogênio foliar supera o valor crítico no nível de 1% de probabilidade (4,72), elas são significativas nesse nível (P < 0,01). Como o valor de F calculado foi maior que o valor de F tabelado para as três variáveis analisadas rejeitamos a hipóteses nula (H<sub>0</sub>), e concluímos que as variáveis analisadas possuem efeitos diferentes. Diante disso, podemos concluir que o mais recomendado para inoculação seria utilizar os dois produtos.

**Palavras chave:** Leguminosa, nitrogênio, produção

### *Efficiency of different types of inoculants in soybean crop*

**Abstract.** The inoculation of *Bradyrhizobium* specific for the soybean crop is an indispensable practice in the cultivation of this leguminous plant. In this study, traditional inoculation via seed was chosen. The experiment was carried out in a soil classified as red oxisol with medium texture in a completely randomized design (DIC), with 4 treatments and 7 repetitions. Each experimental unit was comprised of a 1m<sup>2</sup> plot, and the treatments analyzed were: Liquid inoculant (T1); Peat inoculant (T2); Liquid + peat inoculant (T3) and no inoculant (T4). The objective proposed in this study was to verify the need to use inoculants in soybean planting in areas where the crop has been cultivated for more than six years. According to the F test, there was a significant difference between the treatments, with T3 standing from among the others for root length, number of nodules and nitrogen

concentration on the leaf. T2, although inferior to T3, showed better results than treatments T1 and T4. In the experimental conditions using the Brasmax Bônus8579IPRO cultivar, there was a significant difference in the use of the products, with emphasis on the liquid inoculation + peat (T3), presenting a higher frequency concentration in the plant leaf, obtaining an even greater number of nodules and root length. As the value of the F statistic for the variables average root length, average number of nodes and average leaf transmit nitrogen content exceeds the critical value at the 1% probability level (4.72), they are represented at this level ( $P < 0,01$ ). As the calculated F values were greater than the tabulated F values for the three analyzed variables, we rejected the null hypothesis ( $H_0$ ), and concluded that the determining variables have different effects. Therefore, we can conclude that the most recommended for inoculation would be the use both products.

**Keywords:** Legume, nitrogen, production

## Introdução

A fixação biológica de nitrogênio pode ocorrer de forma simbiótica e não simbiótica, sendo esta última de menor importância, por conta da baixa quantidade de nitrogênio fixado. Segundo [Zuffo et al. \(2016\)](#), a fixação biológica simbiótica se dá em decorrência de microrganismos que fixam o nitrogênio enquanto crescem em associação com a planta hospedeira. Sendo o exemplo mais comum, a simbiose entre a bactéria *Rhizobium* e raízes de leguminosas. Para [Braccini et al. \(2016\)](#), o nitrogênio é um macronutriente essencial para desenvolvimento da cultura, sendo que sua forma de absorção pelas plantas se dá principalmente na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), sendo a primeira forma a mais comum. Segundo [Pias \(2014\)](#), o nitrogênio é ainda responsável pelo aumento no teor de proteína nas plantas, produzindo uma coloração escura nas folhas devido a uma alta concentração de clorofila. Enquanto a deficiência de nitrogênio pode causar a chamada clorose (amarelecimento) das folhas por conta da diminuição da clorofila. De acordo com [Naoe et al. \(2019\)](#), em áreas que a cultura será implantada pela primeira vez, torna-se fundamental a inoculação, segundo o mesmo autor a reinoculação anual pode trazer ganhos médios de até 4,5% na produção do grão. Segundo [\(Zuffo et al., 2015\)](#), a utilização de fertilizantes nitrogenados na soja apresenta diversas limitações, como baixa taxa de aproveitamento pelas plantas, por conta de perdas em lixiviação, volatilização e desnitrificação, ainda de acordo com [Chibeba et al. \(2015\)](#), inoculante é a denominação para um produto comercial que contém microrganismo com ação benéfica para o desenvolvimento das plantas, este produto contendo bactérias formadoras de nódulos nas raízes das plantas, sendo desenvolvido e produzido de acordo com protocolos estabelecidos pela rede de laboratórios de interesse agrícola.

## Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Santo Antônio no município de São Luís de Montes Belos, seu solo é classificado como Latossolo Vermelho, com textura média. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 7 repetições, cada unidade experimental foi constituída de 1 m<sup>2</sup>. Os tratamentos analisados foram: T1 – inoculante líquido; T2 – inoculante turfoso; T3 – inoculantes líquido e turfoso e T4 – sem o uso de nenhum inoculante. A inoculação se deu no dia do plantio, sendo os inoculantes misturados as sementes com o auxílio de uma betoneira, nas dosagens de 3 doses de inoculante turfoso, cada dose equivale a (60 g) e 3 doses com inoculante líquido, cada dose possui (60 ml). O plantio foi realizado no dia 17/10/2021, utilizando uma semeadora mecanizada com 12 linhas de plantio. A variedade utilizada foi Brasmax Bônus 8579IPRO, sendo utilizado 12 sementes por metro, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, totalizando um estande de 240.000 plantas por hectare. A adubação seguiu as recomendações necessárias de acordo com a análise de solo ([Tabela 1](#)), sendo aplicado 280 kg/ha do adubo formulado 02-30-10. O local utilizado para a condução do experimento não possui sistema de irrigação, sendo realizado o cultivo em “sequeiro”. Todo o manejo de pragas e doenças de início de ciclo, incluindo o tratamento de sementes, foi realizado de acordo com o desenvolvido na propriedade rural.

As avaliações ocorreram no dia 17/11/2021, e consistiram em utilizar uma área útil de um metro quadrado por unidade experimental, escolhendo 7 pontos aleatórios dentro do espaço de cada tratamento. O presente trabalho teve o objetivo de selecionar a melhor forma de inocular sementes de

soja e verificar a necessidade de inoculação em solos onde há o cultivo da cultura a pelo menos cinco anos, para obter um maior número de nódulos e consequentemente, suprir melhor as necessidades de nitrogênio das plantas. Os dados foram submetidos à análise variância utilizando o Software estatístico (R-Core-Team, 2016).

**Tabela 1.** Atributos físicos e químicos da área experimental.

Argila, %	Silte %	Areia %	M. O. %	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (Mehl) mg/dm <sup>3</sup>
2	46.16	19.72	45.16	5.55	25.3
Ca cmol/dm <sup>3</sup>	Mg cmol/dm <sup>3</sup>	H+Alcmol/dm <sup>3</sup>	Al cmol/dm <sup>3</sup>	CTC cmol/dm <sup>3</sup>	V %
4.67	1.57	4.1	0	10.96	62.53

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos das avaliações de comprimento médio de raiz, número médio de nódulos por planta e de concentração de nitrogênio nas folhas, se mostraram diferentes estatisticamente sendo o tratamento 3 (inoculante líquido + turfoso) que apresentou maior média (Tabela 2).

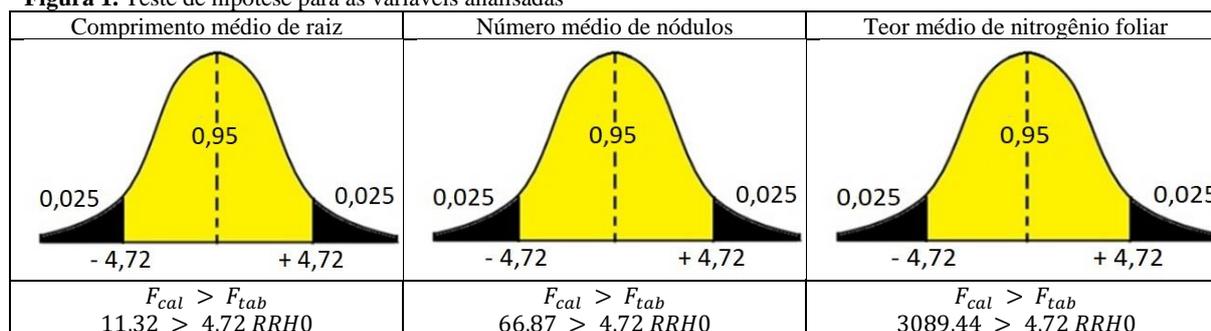
**Tabela 2.** Análise de variância para o comprimento médio de raiz, número médio de nódulos e teor médio de nitrogênio foliar

FV	GL	Quadrados Médios		
		Raiz	Nódulos	Nitrogênio
Tratamento	3	10,311**	130,122**	1050,409**
Resíduo	24	0,911	1,946	0,340
Total	27	-	-	-

As hipóteses que se deseja testar para tratamentos foram: H<sub>0</sub>: os tratamentos avaliados possuem efeitos semelhantes na inoculação da cultura de soja. H<sub>1</sub>: os tratamentos avaliados possuem efeitos diferentes na inoculação da cultura de soja.

Como o valor da estatística F para a variável comprimentos de raiz (11,32) supera o valor crítico no nível de 1% de probabilidade (4,72), ele é significativo nesse nível (P < 0,01). Rejeitamos a hipótese H<sub>0</sub>, concluímos que a variável comprimento médio de raiz possuem efeitos diferentes. Como o valor da estatística F para a variável nódulos (66,87) supera o valor crítico no nível de 1% de probabilidade (4,72), ele é significativo nesse nível (P < 0,01). Rejeitamos a hipótese H<sub>0</sub>, concluímos que a variável número médio de nódulos possuem efeitos diferentes. Como o valor da estatística F para a variável nitrogênio (3089,44) supera o valor crítico no nível de 1% de probabilidade (4,72), ele é significativo nesse nível (P < 0,01). Rejeitamos a hipótese H<sub>0</sub>, concluímos que a variável teor de nitrogênio foliar possuem efeitos diferentes (Figura 1).

**Figura 1.** Teste de hipótese para as variáveis analisadas



Como o valor de F calculado foi maior que o valor de F tabelado para as três variáveis analisadas, rejeitamos a hipóteses nula (H<sub>0</sub>), conforme apresentados na Figura 1. As médias para as variáveis comprimento médio de raiz, número médio de nódulos e teor médio de nitrogênio foliar são apresentados na tabela 3, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre as médias obtidas para o número médio de nódulos se destacou o tratamento 3 (inoculante líquido + turfoso) que apresentou o melhor resultado dentre os demais. O tratamento 2 se mostrou inferior ao tratamento 3 e superior aos demais, estes (T1 e T4) obtiveram um menor número de nódulos, porém, não se diferiram entre si (Tabela 3). A concentração de nitrogênio nas folhas observou-se que todos os tratamentos diferiram estatisticamente. O tratamento 3 (inoculantes líquido + turfoso) obteve uma maior concentração de nitrogênio, porém, o tratamento 2 (inoculante turfoso) também obteve

concentração média adequada para a cultura. No tratamento 1 (inoculante líquido) a média de concentração de nitrogênio ficou abaixo da recomendada, porém foi maior do que a média onde não ocorreu a inoculação (T4) (Tabela 3). Todos estes resultados condizem com o resultado observado por Battisti & Simonetti (2014), que observou maior nodulação ao utilizar inoculante turfoso. Nas mesmas condições Bulegon et al. (2016) constataram que uso do inoculante turfoso proporcionou maior nodulação nas plantas de soja quando comparado com inoculante líquido.

**Tabela 3.** Médias para comprimento médio de raiz, número médio de nódulos por planta e teor médio de nitrogênio foliar

Tratamento	Raiz	Nódulos	Nitrogênio
T1 – Inoculante líquido	21,41 b	34,77 c	38,73 c
T2 – Inoculante turfoso	22,09 b	37,79 b	50,41 b
T3 – Inoculantes líquido e turfoso	24,07a	43,61a	52,00a
T4 – Sem o uso de nenhum inoculante	21,63 b	34,20 b	25,59 d
CV (%)	4,28	3,71	41,68

Medias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fachinelli & Ceccon (2020), por outro lado, observaram que a utilização de inoculante turfoso comparado com o líquido não apresentou diferença significativa. Segundo Pastore (2016), em um estudo sobre a inoculação na cultura da soja não encontrou resultados significativos na produtividade, já para Fipke (2015) que ao medir altura de plantas de soja onde foram usados diferentes tipos de inoculantes, encontrou diferenças significativas, com valores de 124 cm para inoculação padrão, superior à altura para inoculação ao sete e 10 dias, com 122 e 121 cm, respectivamente. Em um estudo de Sordi et al. (2017), onde avaliaram tratamentos de sementes com e sem inoculação, encontram resultados não significativos. Já Hungria et al. (2013), com a inoculação de *Bradyrhizobium* reportaram valores significativos com aumento de 12% na produtividade.

## Conclusão

No cultivar Brasmax Bônus 8579IPRO houve diferença com a utilização dos produtos, se destacando a utilização do inoculante líquido + turfoso (T3), pois sua concentração de nitrogênio na folha da planta foi maior que a dos demais tratamentos, obteve ainda um maior número de nódulos e comprimento de raiz. Sendo assim observou-se que o mais recomendado para inoculação seria utilizar os dois produtos, ainda que o inoculante turfoso (T2) tenha obtido um bom desempenho em concentração de nitrogênio na folha.

## Referências bibliográficas

- Battisti, A. M., & Simonetti, A. P. M. (2014). Inoculação e Co inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. *Revista Cultivando o Saber*, 8(3), 294–301. <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2019.1247>.
- Braccini, A. L., Mariucci, G. E. G., Suzukawa, A. K., Lima, L. H. S., & Piccinin, G. G. (2016). Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15(1), 27–35. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n1p27-35>.
- Bulegon, L. G., Rampim, L., Klein, J., Kestring, D., Guimarães, V. F., Battistus, A. G., & Inagaki, A. M. (2016). Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. *Terra Latinoamericana*, 34(2), 169–176. <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180413>.
- Chibeba, A. M., Guimarães, M. F., Brito, O. R., Araújo, R. S., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2015). Tecnologia e mercado global: Perspectivas para a soja. *Congresso Brasileiro de Soja*.
- Fachinelli, R., & Ceccon, G. (2020). Coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na soja em sucessão ao milhosafrinha em solo arenoso e argiloso. In *Embrapa Acre-Circular Técnica* (pp. 1–10). Acta Iguazu, Cascavel, v. 9, n. 2, p. 99-108, 2020.
- Fipke, G. M. (2015). *Co-inoculação e pré-inoculação de sementes em soja*. Universidade Federal de Santa Maria.

- Hungria, M., Nogueira, M. A., & Araújo, R. S. (2013). Tecnologia de coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. *XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja Da Região Central do Brasil*. <https://doi.org/10.46311/ed.un.20221018145>.
- Naoe, A. M. L., Peluzio, J. M., Campos, L. J. M., Naoe, L. K., & Silva, R. A. (2019). Coinoculação com *Azospirillum* brasileiro em cultivares de soja submetidas a déficit hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(2), 89–94. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p89-94>.
- Pastore, A. (2016). *Manejo de inoculação com Bradyrhizobium em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes*. Universidade Federal do Parná.
- Pias, T. H. (2014). *Diferentes tipos de tratamentos de sementes para a cultura da soja (glycine max L.)*. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.
- R-Core-Team. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R. Foundation for Statistical Computing.
- Sordi, A., Scheneider, F., Panizzon, L. C., Lajús, C. R., Cericato, A., & Klein, C. (2017). Eficiência agronômica da cultura da soja (*Glycine max (L.) Merrill*) submetida a coinoculação. *Scientia Agraria*, 18(4), 72–79. <https://doi.org/10.5380/rsa.v18i4.52047>.
- Zuffo, A. M., Adriano, T. B., Pedro, M. R., Mariane, C. B., Everton, V. Z., Igor, O. S., Augusto, B. M. R., & Guilherme, L. D. V. (2016). Morphoagronomic and productive traits of RR soybean due to inoculation via *Azospirillum* brasileiro groove. *African Journal of Microbiology Research*, 10(13), 438–444. <https://doi.org/10.5897/ajmr2015.7682>
- Zuffo, A. M., Rezende, P. M., Bruzi, A. T., Oliveira, N. T., Soares, I. O., Neto, G. F. G., Cardillo, B. E. S., & Silva, L. O. (2015). Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum* brasileiro in the soybean crop. *Revista de Ciências Agrárias*, 38(1), 87–93. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p2937>.

**Histórico do artigo:****Recebido:** 25 de maio de 2023**Aprovado:** 01 de junho de 2023**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.