

Reinoculação da soja com *Bradyrhizobium japonicum* visando sustentabilidade e produtividade

*Reinoculation of soybean with *Bradyrhizobium japonicum* aiming sustainability and yield*

Andrei Luis Kraemer^{1*}, Eduardo de Souza¹, Emerson Gabriel Cardoso dos Passos¹, Luiz Eugênio Concari¹, Matheus Solanha¹, Sonia Purin da Cruz¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos-SC, Brasil.

*Autor para correspondência: andreikraemer43@gmail.com

RESUMO

A cultura da soja demanda grande quantidade de fertilizantes para produção do grão, que é seu principal produto, e desta maneira a utilização de fertilizantes minerais em excesso podem trazer malefícios para o meio ambiente. Uma alternativa viável e que vem sendo muito pesquisada e utilizada para evitar esta situação é a inoculação, prática que vem sendo adotada com bastante sucesso pelos agricultores. A partir disto vem se estudando a prática da reinoculação, que consiste em aplicar o inoculante no solo após a emergência das plantas, em associação com inoculação padrão da semente. O presente trabalho objetivo avaliar o efeito da reinoculação do *Bradyrhizobium japonicum* em diferentes estádios fenológicos para melhor desenvolvimento da cultura, bem como nodulação. Diante disto foi realizado um experimento em blocos totalmente casualizados para avaliar o efeito da reinoculação nos estádios VC; V2 e V4 da cultura da soja. Os valores de nodulação observados com o T2 (reinoculação em VC) foram superiores aos demais tratamentos avaliados. Para a parte aérea fresca, o tratamento de inoculação padrão apresentou 13,34 g, já os demais tratamentos onde as plantas foram reinoculadas apresentaram massa entre 15,97g e 16,57g, demonstrando o efeito positivo da reinoculação. Portanto conclui-se que a reinoculação traz efeitos benéficos para cultura e também financeiro para o produtor.

Palavras-chave: Inoculação. Microrganismo. Meio ambiente.

ABSTRACT

The soybean crop demands a large amount of fertilizers for the production of the grain, which is its main product, and therefore the use of mineral fertilizers in excess can harm the environment. A viable alternative that has been extensively researched and used to avoid this situation is inoculation, a practice that has been adopted with great success by farmers. From

Realização:



Apoio:



this, the practice of reinoculation has been studied, which consists of applying the inoculant to the soil after plant emergence, in association with standard seed inoculation. The present work aims to evaluate the effect of reinoculation *Bradyrhizobium japonicum* at different phenological stages for better crop development, as well as nodulation. In view of this, an experiment was carried out in completely randomized blocks to evaluate the effect of reinoculation in the VC stages; V2 and V4 of the soybean crop. The nodulation values observed with T2 (reinoculation in VC) were higher than the other evaluated treatments. For the fresh aerial part, the standard inoculation treatment presented 13.34 g, while the other treatments where the plants were reinoculated presented mass between 15.97g and 16.57g, demonstrating the positive effect of reinoculation. Therefore, it is concluded that the reinoculation brings beneficial effects for the culture and also financial for the producer.

Keywords: Inoculation. Microorganism. Environment.

1 INTRODUÇÃO

Dois fatores são precursores para garantir a sustentabilidade do agronegócio brasileiro, sendo eles a postura empresarial e a visão de negócio das diferentes cadeias produtivas. Desta forma pode-se destacar os avanços tecnológicos que permitiram a produção de forma sustentável, sendo alguns deles a utilização de inoculantes e o controle de pragas e doenças, diminuindo assim a utilização de produtos sintéticos (GAZZONI, 2013).

Com grande exigência nutricional, a soja demanda uma correta adubação, e um dos nutrientes mais exigidos é o nitrogênio, para que a produção do grão seja expressa de forma positiva (ARAÚJO, 2022). A fixação biológica de nitrogênio se tornou uma prática que substituiu a utilização de adubação mineral e proporciona o aporte de nitrogênio a partir dos microrganismos, portanto traz uma economia bastante considerável para o produtor. Sabe-se que para conseguir produzir 4.000 kg de grãos é necessário um gasto de R\$ 1.500,00 com ureia, e já com a utilização dos microrganismos gasta-se um valor aproximado de R\$ 50,00 em inoculantes (ARAÚJO, 2022).

A inoculação padrão da soja consiste na adição do inoculante diretamente na semente, antes da sua semeadura (HUNGRIA *et al.*, 2001). Esta prática favorece a planta principalmente no fornecimento de N de forma natural, através da simbiose da bactéria com as raízes da planta, onde se formam os nódulos e assim o N do ar se torna aproveitável (ARAÚJO, 2022). Já a prática da reinoculação é realizada através de uma segunda inoculação que é realizada em

Realização:



Apoio:



diferentes estádios fenológicos da planta (LOURENÇO, 2021). Segundo Zago *et al.* (2018), a reinoculação traz melhores rendimentos na produção de grão, sendo este rendimento de até 7% quando a reinoculação é realizada no estádio fenológico V4. Portanto, o presente trabalho avaliou a reinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* na soja com o intuito de melhorar a nodulação e desenvolvimento da planta em condições de campo.

2 METODOLOGIA

O presente experimento foi desenvolvido a campo na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina, localizado no município de Curitibanos – SC, o experimento foi realizado durante a safra de 2022/2023. As coordenadas geográficas da localização do experimento estão entre 27°16'24" de latitude sul e 50°30'13" de longitude oeste. O experimento foi implantado em blocos totalmente ao acaso, contando com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando vinte e quatro unidades experimentais. Os tratamentos realizados para avaliação foram: T1: Inoculação na semente, T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4.

A cultivar utilizada no experimento foi a Soytech 580 I2x, produzida pela empresa BASF. Para a adubação realizada no plantio utilizou-se o formulado NPK 0-18-18 em uma dose de 330 kg ha⁻¹, em todos os tratamentos, sendo este distribuído na linha de plantio. As sementes de todos os tratamentos receberam a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. O inoculante utilizado no experimento é o SIGNUM produzido e fornecido pela empresa Rizobacter. O inoculante possui em sua composição as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080, com concentração de 1x10⁹ UFC ml⁻¹. A dose utilizada para inoculação das sementes foi de 2 ml kg⁻¹. Para a reinoculação, a dose foi de 1.500mL de inoculante em 200 litros de calda por hectare.

As avaliações de nodulação e crescimento vegetal foram feitas aos 35 dias após a emergência coletando-se cinco plantas por parcela. Esta coleta foi realizada com o auxílio de pá de corte para evitar danos às raízes, onde se fez o corte do solo ao redor das plantas e essas foram removidas com parte do solo. Após a coleta, as raízes foram lavadas em água corrente e encaminhadas para o laboratório, onde foi realizado um corte para separar a parte aérea da raiz. Este corte foi realizado com o auxílio de uma tesoura no ponto de inserção cotiledonar da planta.

A análise de nodulação foi feita a partir da retirada de todos os nódulos das raízes de

Realização:



Apoio:



cada planta. Em seguida feita a contagem do número total de nódulos, e então determinado o número de nódulos maiores que 2 mm. Para isso, todos os nódulos foram passados em uma peneira para ser feita a separação dos menores e assim a contabilização. Os nódulos viáveis foram avaliados através da abertura dos mesmos e identificação através da coloração do seu interior.

A análise de parte aérea e raiz foi feita através da pesagem das partes frescas em balança semi-analítica com o intuito de se obter sua massa fresca.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) através do programa estatístico SISVAR, com níveis de significância de 5%.

3 RESULTADOS

Houve diferença estatística para as variáveis de nodulação, sendo que o T2 teve seu valor superior aos demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1- Valores médios do número total de nódulos e número de nódulos > 2mm em plantas de soja submetidas a reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, em experimento conduzido em Curitiba-SC, na safra 2022/2023.

Tratamentos	Nº total de nódulos	Nódulos > 2mm
T4	31,03 a1*	21,70 a1
T1	33,76 a1	18,13 a1
T3	35,80 a1	20,56 a1
T2	46,00 a2	25,26 a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott. T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4

Segundo a ANOVA, houve diferenças estatísticas sobre a massa da parte aérea fresca, sendo que todos os tratamentos de reinoculação promoveram aumentos, independente do estágio fenológico (Tabela 2).

Não houve diferença estatística para a massa de raízes frescas, sendo que a média geral dos tratamentos foi de 2,69g, e o valor de $Pr > F_c$ foi de 0,0926.

Realização:



Apoio:



Tabela 2- Valores médios de massa da parte aérea fresca em plantas de soja, submetidas a reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, em experimento conduzido em Curitiba-SC, na safra 2022/2023.

Tratamentos	Médias (g)
T1	13,34 a1*
T3	15,92 a2
T4	15,97 a2
T2	16,57 a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott. T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4

4 DISCUSSÃO

A reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* pode ser uma ótima alternativa na produção da soja, visando que ela trará um complemento a inoculação padrão que já vem sendo muito utilizada e com ótimos resultados. A reinoculação no período correto pode gerar uma maior nodulação nas raízes da planta, assim fixando maiores níveis de nitrogênio. A fixação biológica do nitrogênio é muito importante pois substitui a utilização de uréia, sendo ela um agravante para o ambiente se usada de forma incorreta.

Os dados do presente experimento confirmam registros de trabalhos prévios que apontam o potencial da reinoculação. Nas safras 2014/15 e 2015/16 Moretti *et al.* (2018) desenvolveram na fazenda experimental da UNESP um experimento para avaliar se a reinoculação poderia aumentar a nodulação e a produtividade da soja. O estudo foi conduzido totalmente a campo, e na safra 14/15 foi realizado o cultivo convencional enquanto na safra 15/16 foi realizado o plantio direto da cultura. Os resultados para nodulação obtidos através do experimento mostraram o aumento da nodulação das plantas reinoculadas em comparação com o controle, onde a reinoculação apresentou um aumento de 2,3 a 3,8 vezes o peso seco dos nódulos.

Zago *et al.* (2018) desenvolveram um estudo no Município de Iporã – PR, conduzido em condições de campo em canteiros inteiramente casualizados a fim de testar diferentes doses de *Bradyrhizobium*. Observou-se que quando as plantas não receberam a reinoculação o valor da massa de nódulos secos foi de 3,38 g planta⁻¹, já quando foi feita a reinoculação com 1.500 mL ha⁻¹ de inoculante, este valor aumentou para 4,44 g planta⁻¹. As plantas que não foram reinoculadas apresentaram 111,95 nódulos, enquanto as plantas reinoculadas apresentaram 180,65 nódulos. Zago *et al.* (2018) observaram que os tratamentos onde as plantas foram

Realização:



Apoio:



reinoculadas apresentaram ótimos resultados quando realizado no estágio fenológico V4 em uma dose de 1.500 mL ha⁻¹. Portanto esta prática se mostrou eficiente em relação ao desenvolvimento e produtividade da soja.

5 CONCLUSÃO

A reinoculação em diferentes estádios fenológicos com *Bradyrhizobium japonicum* demonstrou que pode ser benéfica para produção da cultura da soja, pois se diferenciou positivamente do tratamento de inoculação padrão. Desta forma esta prática pode trazer aos agricultores redução de custos com insumos minerais e tende a beneficiar o meio ambiente através da diminuição da utilização dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, S. C. Nitrogênio na soja: uma estratégia vitoriosa. **AgroANALYSIS**, v. 42, n. 9, p. 22-23, 2022.
- GAZZONI, D. L. A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial. 2013.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. de C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. 2001.
- LOURENCO, A.C.E. **Reinoculação de rizóbio em diferentes estádios de crescimento do feijoeiro**. 2021. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO, 2021.
- MORETTI, L. G. *et al.* Inoculação adicional pode aumentar a nodulação da soja e a produtividade de grãos? **Revista de Agronomia**, v. 110, n. 2, p. 715-721, 2018.
- ZAGO, L. F. *et al.* Inoculação de diferentes doses de *Bradyrhizobium* por cobertura e seu efeito na cultura da soja. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 21, n. 2, p. 65-69, 2018.

Realização:



Apoio:

