

EFEITOS DA INOCULAÇÃO E REINOCULAÇÃO SOBRE TEORES DE NUTRIENTES FOLIARES E COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS DE SOJA

WELYSON BOTELHO¹; REBECCA RODRIGUES DOTTO²;
NICOLAS RENK VÖLZ³; GABRIELE DE FREITAS CECHET⁴; ANA
CAROLINA DE OLIVEIRA ALVES⁵; SIDNEI DEUNER⁶

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – welysonbotelho9@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – rebeccadotto@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – volznicolas@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – cechetgabriele@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – aco.alves@outlook.com

⁶Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – sdeuner@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é um elemento essencial ao desenvolvimento da soja em razão do elevado teor de proteína nos grãos. Estima-se que sejam necessários cerca de 80 kg de N para a produção de 1.000 kg de grãos (HUNGRIA et al., 2007). Ainda, de acordo com estes autores, a soja pode obter o N de quatro formas: do solo, por meio da decomposição da matéria orgânica, cuja oferta é limitada devido a perdas por lixiviação e volatilização; pela fixação não-biológica, resultante de processos naturais; via fertilizantes nitrogenados, rapidamente assimilados, porém de alto custo de produção; e pela fixação biológica, principal fonte utilizada.

No Brasil, o suprimento exclusivo por fertilizantes nitrogenados é economicamente inviável devido a alta demanda por N das plantas de soja. Além disso, a eficiência de aproveitamento desses insumos pelas plantas é baixa, raramente superando 50% (HUNGRIA et al., 2007). O nitrogênio molecular (N₂) compõe aproximadamente 80% da atmosfera, porém apresenta alta estabilidade química devido à tripla ligação covalente entre seus átomos, tornando-o indisponível para absorção direta pelas plantas. Na cultura da soja, bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são conhecidas por estabelecer simbiose com o sistema radicular, induzindo a formação de nódulos. No interior dessas estruturas, a enzima nitrogenase catalisa a redução do N₂ atmosférico a amônia (NH₃), posteriormente assimilada pela planta. Esse processo, é denominado fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Embrapa, 2024). A disponibilização destes microrganismos para as plantas pode se dar através da inoculação das sementes ou via foliar.

Diante ao exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho de plantas de soja quando inoculadas e reinoculadas com os microrganismos *Bradyrhizobium* sp. e *Methylobacterium symbioticum*.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido durante a safra 2024/25, na área experimental do Instituto Científico de Pesquisa Exacta Agriscience, localizado no município de Pelotas, no Rio Grande do Sul. A semeadura ocorreu na primeira quinzena de

dezembro, utilizando sementes comerciais da cultivar BRASMAX ZEUS IPRO, em espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 311 mil plantas ha⁻¹. Os manejos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja na região Sul, conforme descrito na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2012).

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições por tratamento. Todos os tratamentos foram submetidos a inoculação com *Bradyrhizobium* sp. nas sementes de soja em pré semeadura. A reinoculação ocorreu através de pulverizador costal de 20L. O tratamento T1 consistiu na aplicação de *Bradyrhizobium* sp. no estádio de semeadura, na dose de 10 doses por hectare. O tratamento T2 correspondeu à aplicação de *Bradyrhizobium* sp. no estádio V5, também na dose de 10 doses por hectare. Já o tratamento T3 foi realizado no estádio R2, com *Bradyrhizobium* sp., na mesma dose de 10 doses por hectare. O tratamento T4 consistiu na aplicação de *M. symbioticum* no estádio V5, na dose de 333 gramas por hectare. De forma semelhante, o tratamento T5 utilizou *M. symbioticum* no estádio R2, na mesma dose de 333 gramas por hectare. Por fim, o tratamento T6 envolveu a aplicação combinada de *Bradyrhizobium* sp. e *M. symbioticum*, sendo o primeiro aplicado no estádio V5 na dose de 10 doses por hectare, e o segundo no estádio R2, na dose de 333 gramas por hectare.

No estádio fenológico R5.1, determinou-se o índice de clorofila total na terceira folha do terço superior das plantas de soja através de clorofilômetro portátil. Neste mesmo estádio foram coletados trifólios para a quantificação dos teores nutricionais das plantas de nitrogênio, fósforo e potássio. A composição química dos grãos foi avaliada por espectroscopia no infravermelho próximo, com reflectância difusa (NIRS – Near Infrared Reflectance Spectroscopy), empregando o espectrômetro NIRS™ DS2500 (FOSS, Dinamarca), para quantificação dos teores de proteína, amido e lipídios. Para análise estatística dos dados, realizou-se a análise de variância (ANOVA) no software Statistix 9 (TALLAHASSEE, 2009), e, quando detectadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os teores de amido, lipídios e proteína, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1). A soja é uma leguminosa que demanda forte aporte de nitrogênio e seus grãos são altamente protéicos. A *M. symbioticum* apresenta a capacidade de colonizar a superfície foliar e, no interior da planta, é capaz de realizar a fixação biológica de nitrogênio, convertendo-o em uma forma assimilável e distribuindo-o tanto para folhas jovens quanto para folhas mais velhas, enquanto *Bradyrhizobium* coloniza as raízes, formando nódulos, que são pequenas estruturas onde as bactérias se alojam e realizam a fixação biológica de nitrogênio.

Apesar de haver diferenças nos microrganismos pulverizados sobre as plantas e estádio de aplicação destes, não houve diferença significativa para os teores de proteínas, lipídeos e amido nos grãos, demonstrando que estes índices podem possuir maior influência dos fatores genéticos neste estudo.

Tabela 1. Teores de proteína, lipídios e amido em grãos de soja (cv. BRASMAX ZEUS IPRO) cujas plantas foram submetidas a inoculação reinoculação com *Bradyrhizobium sp.* e *M. symbioticum*.

Tratamento	Proteína (%)	Lipídios (%)	Amido (%)
T1	33,6 a*	19,6 a	4,4 a
T2	33,7 a	19,0 a	3,8 a
T3	33,5 a	19,3 a	3,7 a
T4	33,9 a	19,4 a	4,0 a
T5	33,9 a	19,1 a	4,0 a
T6	33,6 a	19,2 a	4,1 a
CV (%)	1,00	2,65	9,90

*Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para os parâmetros de índice de clorofila, nitrogênio, fósforo e potássio foliar os tratamentos não apresentaram diferenças significativas (Tabela 2). Os níveis de nitrogênio no tecido foliar no estágio R5.1 são considerados adequados quando encontram-se entre 46 e 60 g kg⁻¹, onde apenas T6 encontra-se dentro da faixa ideal. Quanto aos níveis de fósforo, todos os tratamentos apresentaram valores inferiores ao mínimo considerado adequado para esse estágio, que é de 3 g kg⁻¹. Em relação ao potássio, os tratamentos 1 e 6 apresentaram concentrações dentro da faixa adequada (17,5 a 23 g kg⁻¹), enquanto os demais tratamentos exibiram teores elevados, superiores a 23 g kg⁻¹.

Tabela 2. Índice de clorofila, nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de soja (cv. BRASMAX ZEUS IPRO) cujas plantas foram submetidas a inoculação reinoculação com *Bradyrhizobium sp.* e *M. symbioticum*.

Tratamento	Índice de clorofila	Nitrogênio (g kg ⁻¹ ms)	Fósforo (g kg ⁻¹ ms)	Potássio (g kg ⁻¹ ms)
T1	47,6 a*	36,0 a	2,0 a	22,2 a
T2	47,1 a	37,0 a	1,7 a	26,0 a
T3	47,7 a	44,7 a	2,5 a	24,0 a
T4	47,0 a	42,0 a	2,5 a	26,0 a
T5	47,7 a	36,2 a	2,2 a	26,5 a
T6	48,7 a	49,5 a	2,5 a	21,7 a
CV	3,22	22,68	33,95	18,93

*Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados demonstram que não houve diferença significativa entre os tratamentos compostos pela inoculação via sementes ou foliar em diferentes momentos no ciclo da cultura e através de *Bradyrhizobium* ou *Methylobacterium symbioticum*. Porém, apenas o tratamento T6, o qual foi composto por pulverização de *Bradyrhizobium* em V5 e *Methylobacterium symbioticum* em R2, apresentou concentração ideal para todos os nutrientes avaliados.

4. CONCLUSÕES

A reinoculação de soja com *Bradyrhizobium sp.* no estágio V5 associado a reinoculação com *Methylobacterium symbioticum* em R2 é eficiente para o acúmulo ideal de nitrogênio nas folhas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

MELO, G. J. Eficácia da aplicação foliar de *Methylobacterium symbioticum* na fixação de nitrogênio no rebrote do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). 2024. Monografia (Graduação em Agronomia) – Unipinhal, Espírito Santo do Pinhal, SP.

ANAIIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Solos Floripa 2023, Florianópolis, 2023. Incremento de produtividade de milho por inoculação foliar de *Methylobacterium symbioticum*. In: Anais... Florianópolis: SBCS, 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 12 – Safra 2024/25, n. 7 – Sétimo levantamento, abril 2025. Brasília: Conab, 2025.

PIONEER; CORTEVA AGRISCIENCE. Inovação na fixação biológica de nitrogênio em milho com *Methylobacterium symbioticum* (Utrisha N). 2022. Disponível em: <https://www.pioneer.com/br/blog/artigos/inovacao-na-fixacao-biologica-de-nitrogenio-em-milho.html>. Acesso em 26 ago.2025.

SYNGENTA. *Inoculação com Bradyrhizobium: o que isso faz por sua lavoura?* Portal Mais Agro, 2021. Disponível em: <https://maisagro.syngenta.com.br/sustentabilidade/inoculacao-com-bradyrhizobium-o-que-isso-faz-por-sua-lavoura/>. Acesso em: 26 ago. 2025.