



CENTRO UNIVERSITÁRIO INTEGRADO
CURSO DE AGRONOMIA

PEDRO AUGUSTO SEMPREBOM CARDOSO; SAUL HORT BRUNETTA

**INOCULAÇÃO LÍQUIDA E TURFOSA DE *Bradyrhizobium japonicum*
NA CULTURA DA SOJA**

Campo Mourão – PR

Novembro / 2023

PEDRO AUGUSTO SEMPREBOM CARDOSO; SAUL HORT BRUNETTA

**INOCULAÇÃO LÍQUIDA E TURFOSA DE *Bradyrhizobium japonicum*
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Integrado, como parte das exigências para
graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Rafael De Conte
Carvalho de Alencar

Campo Mourão – PR

Novembro / 2023

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTEGRADO
CURSO DE AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

PEDRO AUGUSTO SEMPREBOM CARDOSO; SAUL HORT BRUNETTA

**INOCULAÇÃO LÍQUIDA E TURFOSA DE *Bradyrhizobium japonicum*
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Integrado, como parte das exigências para
graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Rafael De Conte
Carvalho de Alencar

Aprovado em: 1 de dezembro de 2023.

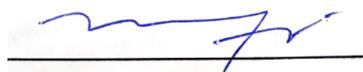
Banca Examinadora



Prof. Dr. João Rafael De Conte Carvalho de Alencar
Centro Universitário Integrado



Profa. Dra. Marina Aparecida Viana de Alencar
Centro Universitário Integrado



Prof. Dr. Antônio Krenski
Centro Universitário Integrado

Pedro Augusto Semprebom Cardoso: Dedico esse trabalho aos meus pais Hercílio Ribas Cardoso e Rosana Semprebom Cardoso.

Saul Hort Brunetta: Dedico esse trabalho aos meus pais Ivo Brunetta e Rosangela Hort Brunetta.

AGRADECIMENTOS (Pedro Augusto Semprebom Cardoso)

Primeiramente agradeço a Deus, pela oportunidade de chegar até aqui, me guiando e conduzindo mesmo em momentos difíceis.

Agradeço especialmente aos meus pais, Rosana Semprebon e Hercílio Augusto Ribas Cardoso por todo esforço e suporte para a realização desse grande sonho, a graduação.

Agradeço aos meus companheiros do Centro Universitário Integrado, de forma mais intensa para meu companheiro do Trabalho de Conclusão de Curso, Saul Hort Brunetta, que sempre com muito incentivo, interesse mútuo e parceria contribuiu de forma proativa para a execução das atividades.

Agradeço também aos meus professores, que se empenharam e compartilharam o vasto conhecimento nas disciplinas ao decorrer do curso, dessa forma, capacitando para o mercado de trabalho.

AGRADECIMENTOS (Saul Hort Brunetta)

Agradeço a Deus pela força e por me guiar em direção a esse sonho, com esta oportunidade de estar hoje aqui.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, Ivo Brunetta e Rosangela Hort Brunetta, que fizeram a graduação ser uma realidade em minha vida. Ao meu irmão que é engenheiro agrônomo e sempre tive como espelho de profissional, obrigado Mateus Brunetta por todo conhecimento compartilhado. A Minha irmã Tatiane Brunetta, engenheira civil com grande potencial e orientações sempre me conduziu em direção ao sucesso.

Agradeço ainda aos meus companheiros do Centro Universitário integrado, principalmente o meu companheiro de Trabalho de Conclusão de Curso Pedro Augusto Semprebom Cardoso, que me ajudou em cada passo para a realização deste trabalho e sempre esteve ao meu lado para a realização e execução das atividades.

INOCULAÇÃO LÍQUIDA E TURFOSA DE *Bradyrhizobium japonicum* NA CULTURA DA SOJA

Pedro Augusto Semprebom Cardoso¹; Saul Hort Brunetta¹; João Rafael De Conte Carvalho de Alencar²

¹ Acadêmicos Centro Universitário Integrado de Campo Mourão, Rodovia BR 158, Km 207, CEP 87.300-970, Campo Mourão – PR, E-mail: pedro.semperbom72@gmail.com e saul.brunetta@hotmail.com.

² Centro Universitário Integrado de Campo Mourão, Rodovia BR 158, Km 207, CEP 87.300-970, Campo Mourão – PR, E-mail:joao.alencar@grupointegrado.br.

Resumo: A soja é uma cultura importante no Brasil e no mundo, sua associação com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* é fundamental para a produtividade e qualidade da soja devido à fixação biológica de nitrogênio, aumentando o rendimento e a qualidade dos grãos, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados e promovendo a produção agrícola sustentável. O experimento foi conduzido em Mamborê Paraná, utilizando a cultivar 96R29IPRO, sendo semeada com inoculante líquido e turfoso. As avaliações foram realizadas aos 37, 67 e 112 dias após emergência da cultura, foram avaliados a massa de mil grãos e a produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do inóculo de *Bradyrhizobium* utilizando em forma líquida e turfosa. A aplicação líquida do inoculante *Bradyrhizobium* juntamente com as sementes nos sulcos resultou em mais nodulação e produtividade em relação a testemunha e inoculante na forma turfosa.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*, *Glycine max*, Nodulação.

Abstract: Soybeans are an important crop in Brazil and around the world, and their association with the bacterium *Bradyrhizobium japonicum* is fundamental for soybean productivity and quality due to biological nitrogen fixation, increasing grain yield and quality, reducing the need for nitrogen fertilizers and promoting sustainable agricultural production. The experiment was conducted in Mamborê, Paraná, using the cultivar 96R29IPRO, sown with liquid and peat inoculants. Evaluations were carried out at 37, 67 and 112 days after crop emergence, and the thousand-grain mass and yield were assessed. The aim of this work was to evaluate the efficiency of *Bradyrhizobium* inoculant in liquid and peat form. The liquid application of the *Bradyrhizobium* inoculant together with the seeds in the furrows resulted in more nodulation and productivity than the control and the peat inoculant.

Keywords: *Bradyrhizobium*, *Glycine max*, Nodulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de nódulos de acordo com os Dias Após Emergência (DAE).

Mamborê - PR. 2023.

13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de nódulos por tratamento ao longo dos dias após emergência. Mamborê - PR. 2023. 12

Tabela 2 - Produtividade e Massa de Mil Grãos (MMG) por tratamento. Mamborê - PR. 2023. 14

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO	14
REFERENCIAS	15

INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de importância econômica no Brasil e no mundo, utilizada na alimentação humana, animal, na produção de biodiesel e na geração de empregos. No Brasil, a soja é a primeira cultura mais produzida, com 322,8 milhões de toneladas na safra de 2022/2023 em 78,5 milhões de hectares, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023).

De acordo com Zimmermann (2020), um dos fatores que afetam a produtividade e a qualidade da soja é a capacidade dessa cultura de se associar a bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, responsáveis pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico, que é convertido em nitrogênio e utilizado pela planta para seu desenvolvimento. A fixação biológica de nitrogênio da soja é uma vantagem agrônômica, pois reduz a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados, o que contribui para a sustentabilidade da produção agrícola, além de reduzir os custos de produção.

A inoculação da soja com a bactéria *Bradyrhizobium* é uma prática comum no manejo dessa cultura e tem se mostrado uma técnica eficaz para melhorar a produtividade e a qualidade dos grãos, visto que é uma cultura exigente em N, necessitando de aproximadamente 80Kg para cada tonelada de grão produzido (NOGUEIRA et al., 2018).

O gênero *Bradyrhizobium* consiste em bactérias simbióticas que fazem a inoculação nas raízes de leguminosas como a soja. Essas bactérias têm a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, convertendo-o em uma forma que as plantas possam absorver. A relação simbiótica entre a soja e a bactéria *Bradyrhizobium* é altamente específica e desenvolvida de forma harmoniosa (ZIMMERMANN, 2020).

O tratamento com o produto biológico é realizado de forma líquida ou turfosa em tratamentos de sementes. Porém, ainda existe a opção de aplicação do produto comercial na forma líquida no sulco de semeadura, o que pode melhorar a eficiência da operação de semeadura e a viabilidade dos microrganismos. (ZIMMERMANN, 2020).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de dois tratamentos de inoculação, utilizando *Bradyrhizobium* na forma líquida e a turfosa, visando determinar a diferença na quantidade de nódulos e na produção final da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda São João, Mamborê, Paraná, nas coordenadas geográficas 24° 25' 34.054" S e 52° 38' 55.381" W em uma altitude de aproximadamente 594 metros. A área tem um clima subtropical úmido com Cfa, caracterizado por ter verão quente e sem seca de longo prazo. O solo desta área é um latossolo Vermelho Distroférico, profundo, bem drenado e com alto potencial de aproveitamento.

Foi aplicado cloreto de potássio a lanço na quantidade de 400 Kg.ha⁻¹ antes da semeadura e fertilizante 6-35-6 (N-P-K) utilizando 500 Kg.ha⁻¹. Foi realizado um croqui aleatório em delineamento em blocos ao acaso, dividindo o experimento em 3 tipos de tratamentos com 6 repetições. A área experimental foi de 30x24,3 metros e cada tratamento consistiu em 18 linhas de semeadura (0,45cm) e 5 metros de comprimento. Utilizamos a cultivar de soja 96R29IPRO com grau de maturidade 6,2, possuindo características de crescimento indeterminado, tolerante ao acamamento e Massa de Mil Grãos (MMG) igual a 204g. Semeamos a cultivar com inoculante líquido em seus respectivos locais com regulagem de 14 sementes por metro. Em seguida, foram alocadas as sementes da testemunha, e por fim, o tratamento com turfa. Nas parcelas líquidas foram utilizados 3ml de inoculante para 7.560 sementes, enquanto nas parcelas de turfa foram utilizados 3,084g de inoculante para 7.560 sementes. Nenhum tratamento foi utilizado na testemunha. A população inicial esperada era de 22.680 plantas e após emergência foram contabilizadas 13 plantas por metro, totalizando 21.060 plantas.

Para a avaliação foram coletadas 5 plantas de cada tratamento e identificadas suas respectivas parcelas. Em seguida, o número de nódulos de *Bradyrhizobium* presentes nas raízes foi contado e registrado para posterior análise estatística. Foram realizadas três coletas de nódulos, a primeira aos 37 Dias Após a Emergência (DAE), a segunda aos 67 DAE e a terceira aos 112 DAE.

A colheita foi realizada aos 134 DAE, de forma individual para cada parcela, equivalente a 3 metros e 3 linhas centrais de semeadura descartando a bordadura da parcela. Durante a colheita, foi determinado o peso da quantidade de grãos colhido na área, o MMG e aferido a umidade.

As variáveis analisadas nos experimentos foram o número de nódulos ao

longo do DAE e o rendimento entre os diferentes tratamentos.

Para análise de rendimento, no momento da colheita foram pesados a quantidade de kg colhidos em 4,05 m² e multiplicado por 10000 m² obtendo a produção em Kg/ha. Já na análise de MMG foram coletadas 100 sementes de cada tratamento e realizamos a pesagem 8 vezes para se obter a média.

análise os dados foram tabulados em planilha eletrônica, e, submetidos a análise de variância, quando significativa as médias foram testadas pelo teste de Tukey. Foi realizada também a análise de regressão e ajustadas as curvas respostas para os dados com software AGROESTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na tabela (1), notamos que na primeira avaliação, realizada aos 37 DAE, houve um aumento significativo no número de nódulos no tratamento líquido em comparação com os outros tratamentos. Na segunda avaliação, aos 67 DAE, todos os tratamentos apresentaram um aumento, mas o tratamento líquido ainda manteve um maior número de nódulos em comparação com os demais. Na última avaliação, aos 112 DAE, observou-se uma redução no número de nódulos em todos os tratamentos, sendo na fase crucial de enchimento de grãos da soja, e de grande demanda de nitrogênio.

Ao analisar as comparações entre os tratamentos, destaca-se que o tratamento líquido apresentou uma quantidade significativamente maior de nódulos em todas as avaliações. Especificamente, na última avaliação, o tratamento líquido demonstrou um acréscimo de 10,4% em relação ao tratamento turfoso.

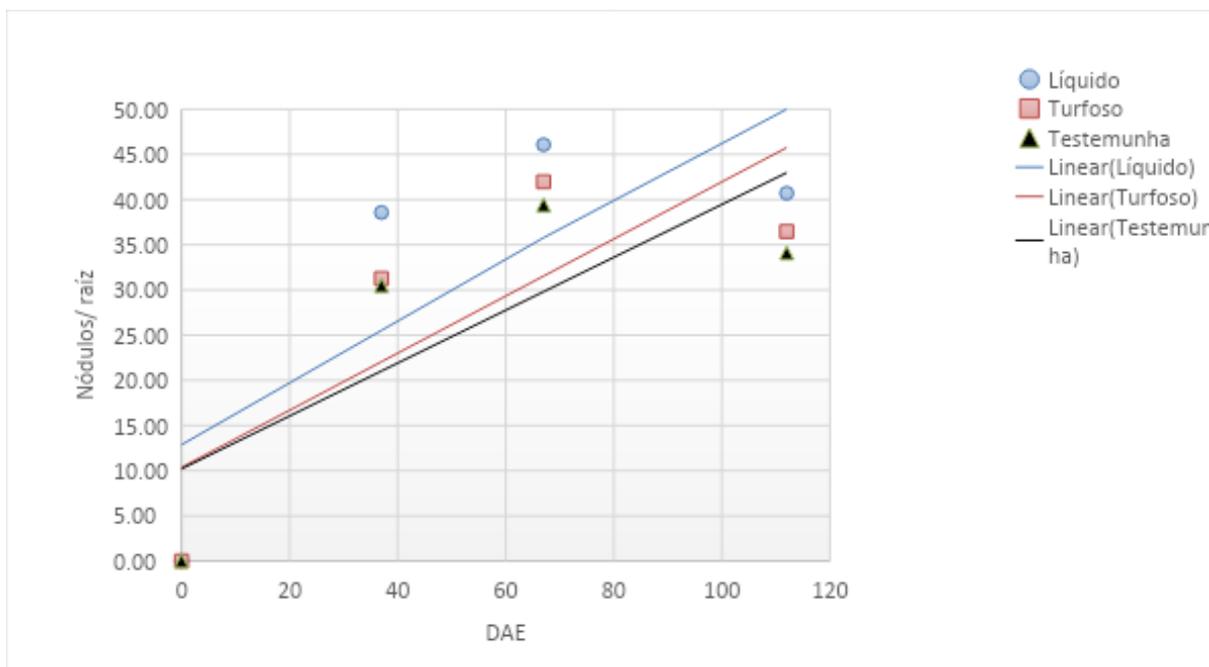
Tabela 1 - Quantidade de nódulos por tratamento ao longo dos dias após emergência. Mamborê - PR. 2023.

Inoculação	0	37	67	112	D.M.S
Líquido	0 a C	38,57 a B	46,07 a A	40,70 a B	.
Turfoso	0 a D	31,27 b C	41,97 ab A	36,47 ab B	5,02
Testemunha	0 a C	30,50 b B	39,40 b A	34,10 b B	
D.M.S.			4,57		
C.V.(%)			11,62		

Letras diferentes minúsculas na coluna, e, maiúsculas na linha indicam diferença entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2023)

Já na Figura (1) podemos observar melhor o comportamento dos diferentes tratamentos em relação à quantidade de nódulos por planta. O tratamento líquido se destaca, apresentando o maior número de nódulos, com um pico de 49 nódulos aos 78 Dias Após a Emergência (DAE). Por outro lado, o tratamento com turfoso alcançou um pico de 43 nódulos aos 80 DAE, enquanto o tratamento sem inoculante atingiu um pico de 41 nódulos aos 78 DAE. Esses resultados destacam a superioridade do tratamento líquido em promover a formação de uma quantidade maior de nódulos, demonstrando sua eficácia em comparação aos outros tratamentos.

Figura 1 - Quantidade de nódulos de acordo com os Dias Após Emergência (DAE). Mamborê - PR. 2023.



Fonte: Autores (2023)

Na tabela (2) é possível ver a diferença de produtividade entre os tratamentos, sendo que o tratamento líquido teve um desempenho superior em relação aos outros tratamentos. Estes resultados mostram que o tratamento líquido forneceu condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando em grãos mais pesados e maior produtividade.

Por outro lado, o tratamento turfoso e a testemunha obtiveram resultados inferiores, indicando limitações nutricionais afetando negativamente o rendimento das plantas, porém, é importante ressaltar que, mesmo diante dessas limitações, o

tratamento com material turfoso destacou-se em relação à testemunha, indicando uma relativa eficiência no rendimento e do crescimento das plantas.

Conforme Hungria (2007) em estágio R1, uma planta deve apresentar entre 15 e 30 nódulos para ser considerada bem inoculada, podemos assim observar que neste experimento todos os tratamentos apresentaram resultados superiores em relação a quantidade de nódulos, obtendo acima de 30 nódulos em todos os tratamentos.

Tabela 2 - Produtividade e Massa de Mil Grãos (MMG) por tratamento. Mamborê - PR. 2023.

Tratamento	MMG (g)	Produtividade (Kg.ha⁻¹)
Líquido	169,58 a	5029,63 a
Turfoso	167,71 ab	4612,35 ab
Testemunha	156,04 b	4315,64 b
D.M.S.	2,79	438,83
C.V.(%)	1,05	5,96

Letras diferentes minúsculas na coluna indicam diferença entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2023)

O nitrogênio é o macronutriente de maior quantidade requerida pela cultura, sendo necessário cerca de 80 kg de nutriente para cada tonelada de grão produzido INTACTA (2021), sendo assim como afirmam Carrijo et al. (2021) a prática de inoculação é principalmente para fornecer nitrogênio (N), através de simbiose, fazendo a fixação biológica de nitrogênio necessário para a planta através da inoculação, sendo assim entende-se o porquê o tratamento com inoculante líquido e turfoso se sobressaíram melhor que a testemunha.

De acordo com a CONAB na Safra 22/23 a média de produtividade dos sojicultores foi de 3.537 kg/há⁻¹, sendo assim todos os tratamentos foram considerados como uma supersafra, porém se destaca o tratamento líquido com 5029,63 kg/há⁻¹.

A área em que foi realizado os tratamentos é uma área de primeiro plantio, e de acordo com Zilli et al. (2008), em solos de primeiro plantio, sementes inoculadas promoveram maior produtividade de grãos em relação às sementes sem tratamento, por fornecer maior nodulação e nitrogênio para as plantas, observando que neste

tratamento, o inoculante líquido e o turfoso se sobressaíram em relação à testemunha.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, constatamos que a aplicação líquida do inoculante *Bradyrhizobium* nos sulcos das sementes, resultou em maior nodulação e produtividade em relação a testemunha e inoculante na forma turfosa.

REFERENCIAS

CONAB. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: 9º Levantamento - Safra 2022/23**, v. 10, ed. ISSN: 2318-6852, 16 jun. 2023. E-book (177 p.).

CONAB. **Safra Brasileira de Grãos**, 2008. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 2 abr. 2023.

HUNGRIA, M. et al. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja, 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/468512/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-culturada-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro>> Acesso em: 20 jun. 2023.

NOGUEIRA, M. A. et al. CIRCULAR TÉCNICA 143. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/182652/1/CT143-OL.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

ZIMMERMANN, G. G. **Como aplicar Fixação Biológica de Nitrogênio em soja**, 2020. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/noticias/como-aplicar-fixacao-biologica-de-nitrogenio-e-m-soja>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ZILLI, J. E. et al. **Inoculação de Bradyrhizobium em soja por pulverização em cobertura. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.541-544, abr., 2008.