



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

# Tratamento de sementes de soja com microrganismos nitrificantes e seus efeitos na produtividade de grãos

*Soybean seed treatments with nitrifying microorganisms and their effects on grain yield*

Maria Eduarda Vilas Boas Alves\*, Glauco Vieira Miranda†,

Erisson Mateus Weber Braun‡, Sandra Helena Unêda-Trevisoli§, Thayná Pereira

Garcia¶

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar novos tratamentos de sementes de soja com microrganismos nitrificantes na produtividade da soja. Oito tratamentos de microrganismos nitrificantes sendo um comercial e sete novos produtos foram aplicados em sementes de soja da cultivar Pioneer 95R95 IPRO. O experimento com 8 tratamentos anteriores e uma testemunha sem aplicação foi instalado sem irrigação suplementar no dia 16 de outubro de 2021, na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Santa Helena. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições e parcelas com 8 linhas espaçadas de 0,5 metros e 5 metros de comprimento. Foram analisadas as variáveis número de nódulos por planta, massa seca de nódulos e produtividade de grãos. Três tratamentos (3, 6, 5) de novos produtos apresentaram a produtividade média de 3509 kg/ha, sendo 33% superior à testemunha e 14% superior em relação ao tratamento 2 (produto comercial). Os tratamentos 3 e 2 apresentaram o maior número de nódulos. Conclui-se que a inoculação de microrganismos nitrificantes aumenta a produtividade de grãos da soja e que três novos produtos são superiores ao produto comercial.

**Palavras-chave:** Fixação biológica de nitrogênio, simbiose, bactérias nitrificadoras

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate new treatments of soybean seeds with nitrifying microorganisms on grain yield. Eight treatments of nitrifying microorganisms, one commercial and seven new products, were applied to soybean seeds of cultivar Pioneer 95R95 IPRO. The experiment with 8 previous treatments and a control without application was installed without supplementary irrigation on October 16, 2021, in the experimental area of Federal Technological University of Paraná - Campus de Santa Helena. The design used was randomized blocks with 4 replications and plots with 8 lines spaced 0.5 meters and 5 meters in length. The variables number of nodules per plant, dry mass of nodules and grain yield were analyzed. Three treatments (3, 6, 5) of new products had an average productivity of 3509 kg/ha, being 33% higher than the control and 14% higher compared to treatment 2 (commercial product). Treatments 3 and 2 had the highest number of nodules. It is concluded that the inoculation of nitrifying microorganisms increases soybean grain yield and that three new products are superior to the commercial product.

**Keywords:** biological nitrogen fixation, symbiosis, nitrifying bacteria

\* Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; maralv@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena; glaucovmiranda@utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; erisson14mateus@gmail.com

§ Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil; shu.trevisoli@unesp.br

¶ Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil; thayna.p.garcia@unesp.br



## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das commodities mais importantes do mundo, e principal produto agrícola de exportação do Brasil. A produção de soja cresce cada vez mais e o país se tornou o maior produtor do grão alcançando a produção de 135,409 milhões de toneladas, em uma área de 38,502 milhões de hectares e produtividade de 3.517 kg/ha (EMBRAPA, 2021). Com o aumento da população mundial a demanda por esta fonte de proteína que serve de matéria prima para diversos ramos industriais está aumentando, para atendê-la é necessário aumentar a produção e consequentemente a produtividade para atender a demanda crescente (MIRANDA et al, 2021; MORAIS, 2020).

O Estado do Paraná é o segundo maior produtor de soja do País e dentro do Estado a Mesorregião Oeste é a segunda maior produtora (FIALHO et al., 2021; GABRIEL, 2020). A alta produtividade na região é devido a alta aptidão agrícola do solo e o clima favorável, aos insumos utilizados, ao seu manejo e ao controle de estresses (BELUSSO; SERRA, 2006).

A soja para atingir altas produtividades e atingir 36-40% do grão em proteínas exige a aplicação de grande quantidade de insumos o que onera muito o seu custo por hectare. Diferente das gramíneas que exigem grande quantidade de adubo nitrogenado e de alto custo, a soja apresenta uma simbiose com bactérias do solo como os rizóbios (*Bradyrhizobium japonicum*) que dispensa a adubação nitrogenada. A principal maneira da cultura da soja ser suprida por N é pela fixação biológica de nitrogênio (FBN) que ocorre em leguminosas (ZUFFO et al., 2020). Essa FBN é realizada através de uma relação simbiótica que ocorre entre microrganismos nitrificantes como por exemplo as bactérias do tipo rizóbio e a soja, o tratamento das sementes com inoculantes contendo esses organismos aumenta a formação de nódulos, que são responsáveis pela FBN e estão relacionados com a produtividade de grãos (PELIZZA, 2021).

A FBN ocorre quando as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* entram em contato com a raiz da soja, através dos pelos radiculares, essas bactérias induzem a formação de nódulos nas raízes, onde ocorre uma troca de nutrientes, a planta oferece para as bactérias o carbono, e em troca as bactérias disponibilizam nitrogênio (BATISTA, 2021).

A simbiose entre fungos do solo e a planta hospedeira chamada micorrizas também auxilia na absorção de nutrientes e em conjunto com a FBN promove melhor desenvolvimento na cultura da soja. As micorrizas atuam aumentando o sistema radicular, isso devido a interação das hifas presentes nos fungos e a raiz da planta hospedeira, dessa forma a planta consegue aproveitar melhor os nutrientes e a água disponíveis no solo (ANDREOLA, 2021). Com a junção desses dois grupos de microrganismos é possível aumentar a produtividade da cultura de interesse agrônômico.

Como aumentar a produtividade da soja em uma determinada área de cultivo sem o aumento de insumos? O objetivo deste trabalho foi avaliar novos tratamentos de sementes de soja com microrganismos nitrificantes na produtividade da soja no Oeste do Paraná.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no campus de Santa Helena, sem irrigação suplementar, que fica localizado no extremo Oeste do Estado do Paraná com latitude de 24° 51' 37" S, longitude 54° 19' 58" W e altitude 258 metros.



O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho Latossólico de textura argilosa, com as seguintes características na camada 0 - 0,20 m: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,2; Al trocável (cmolc dm<sup>-3</sup>) = 0,17; Ca+Mg (cmolc dm<sup>-3</sup>) = 6,10; P (mg dm<sup>-3</sup>) = 8,35; K (cmolc dm<sup>-3</sup>) = 0,26; matéria orgânica (g dm<sup>-3</sup>) = 32,17; V (%) = 59,77; m (%) = 2,60; soma de bases (cmolc dm<sup>-3</sup>) = 6,36; CTC (cmolc dm<sup>-3</sup>) = 10,64.

A semeadura foi realizada no dia 16 de outubro de 2020 de forma mecanizada com densidade de 16 plantas por metro, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 9 tratamentos e 4 repetições com parcelas de 5 metros de comprimento e 8 linhas espaçadas de 0,5 metros. Os tratamentos foram constituídos de 7 produtos de diferentes microrganismos nitrificantes (em confidencialidade), uma testemunha sem aplicação (tratamento 1) e um produto comercial (tratamento 2). Os tratamentos foram aplicados nas sementes da cultivar Pioneer 95R95 IPRO no dia anterior à semeadura. Após a emergência das plântulas realizou-se o desbaste para atingir a densidade de 10 plantas por metros e obtendo a população de duzentas mil plantas por hectare.

No dia 10 de dezembro de 2021 realizou-se a coleta de 5 plantas da segunda linha de cada parcela, dessas retirou-se e contou-se o número de nódulos presentes nas raízes e em seguida após secos pesou-se a massa seca.

Realizou-se aplicações do herbicida glifosato à base de sal de isopropilamina de nitrogênio em pós emergência para o controle de plantas daninhas durante o estágio vegetativo. Aplicou-se os inseticidas à base de tiametoxam (200 ml/ha<sup>-1</sup>), lambda-cialotrina (200 ml/ha<sup>-1</sup>), dinotefuran (400 ml/ha<sup>-1</sup>), imidacloprido (500 ml/ha<sup>-1</sup>) para o controle de percevejo e fungicidas a base de trifloxistrobina (150 ml/ha<sup>-1</sup>), tebuconazole (150 ml/ha<sup>-1</sup>) nos estádios fenológicos V5, R2 e R5. A dessecação foi realizada no estágio R7 com a aplicação de um produto comercial a base de glufosinato (2000 ml/ha<sup>-1</sup>).

A colheita foi realizada 10 dias após a dessecação com o auxílio de uma roçadeira lateral elétrica e uma trilhadora estacionária para a debulha. Colheu-se as quatro linhas centrais das parcelas, em seguida pesou-se os grãos de cada parcela. Os valores de grãos obtidos foram convertidos para kg/ha, as análises estatísticas foram realizadas através do programa Sisvar, aplicando-se o teste t e análise de variância (FERREIRA, 2008).

### 3 RESULTADOS

Os tratamentos com a inoculação de diferentes misturas de microrganismos mostraram resultados significativos pela análise de variância e os tratamentos de número 3, 6 e 5 foram superiores à testemunha de acordo com o teste t de Student (Tabela 1). Estes três tratamentos aumentaram cerca de 33% a produtividade de grãos em comparação com a testemunha (tratamento 1). Os tratamentos identificados como superiores não diferem significativamente da testemunha comercial identificada como tratamento 2, porém ocorreu um aumento de aproximadamente 14% da produtividade.

Os tratamentos que mais se destacaram foram os tratamentos 3, 6 e 5, semelhantes estatisticamente aos tratamentos 7, 2 (comercial) e 8 e superiores aos tratamentos 4, 9 e 1 (testemunha). Porém, os tratamentos 3, 6 e 5 foram superiores à ausência de aplicação dos inoculantes (testemunha) diferente do produto comercial que não se mostrou superior. O tratamento 3 foi 34% superior à testemunha e 14% em relação ao tratamento comercial.

A produtividade de 3526 kg/ha do tratamento 3 que corresponde a aproximadamente 59 sc/ha, foi bastante próximo à média nacional de produtividade na safra 2020/21 que foi de 3.517 kg/ha (EMBRAPA,



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

2021). Dentre os fatores climáticos que influenciam na produtividade da soja podemos destacar a temperatura e a precipitação. A temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura está entre 20 e 30°C, sendo abaixo de 10°C fator limitante para o crescimento vegetativo da planta, assim como acima de 40°C prejudicam a formação das vagens. (SILVA; CARVALHO; DALLACORT, 2020). Na safra 2020/21 as temperaturas não foram ideais para o desenvolvimento da soja, verificou-se que durante a maior parte do ciclo ocorreu temperaturas máximas acima de 30°C, quanto a precipitação identificou-se déficit hídrico nos estádios fenológicos correspondentes ao florescimento da cultura. Esses fatores influenciaram no desempenho máximo dos tratamentos.

Destaca-se também que o tratamento 3 apresentou o maior número de nódulos, e o segundo maior valor de massa seca de nódulos, sendo o tratamento com maior peso de massa seca o tratamento 2, comercial sugerindo que as estirpes utilizadas no tratamento 3 são mais eficientes na simbiose com a soja. Bárbaro et al. (2009) encontrou que o tratamento de sementes com inoculantes apresentou maior número de nódulos e apresentou também a maior produtividade em peso de mil grãos, diferenciando-se significativamente dos demais tratamentos o nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

**Tabela 1 – Produtividade (PROD), número de nódulos (NN), massa seca dos nódulos (MSN) da cultivar Pioneer 95R95 IPRO em diferentes tratamentos com microrganismos nitrificantes.**

Tratamentos	PROD (kg/ha)		NN	MSN (kg)
3	3526	a*	29	0,044925
6	3509	a	24	0,031050
5	3491	a	22	0,022750
7	3181	ab	22	0,028680
2	3083	ab	28	0,051875
8	3051	ab	22	0,025900
4	2815	b	23	0,032325
9	2663	b	23	0,034000
1	2639	b	26	0,042100

\* DMS: 642,07 a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD)

Fonte: Autoria própria (2021).

#### 4 CONCLUSÃO

A inoculação de microrganismos nitrificantes aumenta a produtividade de grãos da soja e três novos produtos são superiores ao produto comercial.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a UTFPR pela disponibilização da área experimental e dos insumos e a Professora Sandra Helena Unêda-Trevisoli e a sua aluna Thayná Pereira Garcia pela disponibilização do material e oportunidade de estar realizando este experimento.

## REFERÊNCIAS

- ANDREOLA, Daiane Sartori. **Fixação Biológica de Nitrogênio e FMAS no Desenvolvimento da Soja em Solo Contaminado com Cobre**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura e Ambiente) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21624>. Acesso em: 13 set. 2021.
- BÁRBARO, Ivana Marino *et al.* PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO PADRÃO E CO-INOCULAÇÃO. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, [S. l.] v. 5, n. 1, p. 01-07, 2011. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/372>. Acesso em: 9 out. 2021.
- BATISTA, Rosângela Leticia Alves. **Fixação Simbiótica de Nitrogênio na Cultura da Soja**. 2021. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20723>. Acesso em: 13 set. 2021.
- BELUSSO, Diane; SERRA, Elpídio. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ESPACIAL DA AGRICULTURA NO OESTE PARANAENSE: UM ESTUDO DE CASO EM PALOTINA-PR. **Agrária**, São Paulo, n. 4, p. 20-39, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/agraria/article/download/96/95/187>. Acesso em: 08 set. 2021.
- EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2020/21)**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 08 set. 2021.
- FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística**. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.
- FIALHO, Ricardo Cardoso et al. Densidades de plantas de alto rendimento produtivo de soja não afetam a produtividade na região de Pitanga, PR. In: REDIN, Ezequiel. **Ciências Rurais em Foco**. Belo Horizonte: Poisson, 2021. Cap. 5. p. 52-57. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ellen-Rayssa-Oliveira-2/publication/350422027\\_O\\_programa\\_de\\_fortalecimento\\_da\\_agricultura\\_familiar\\_no\\_municipio\\_de\\_Jiquirica-BA/links/60dce911299b1e9a9ed292ac/O-programa-de-fortalecimento-da-agricultura-familiar-no-municipio-de-Jiquirica-BA.pdf#page=52](https://www.researchgate.net/profile/Ellen-Rayssa-Oliveira-2/publication/350422027_O_programa_de_fortalecimento_da_agricultura_familiar_no_municipio_de_Jiquirica-BA/links/60dce911299b1e9a9ed292ac/O-programa-de-fortalecimento-da-agricultura-familiar-no-municipio-de-Jiquirica-BA.pdf#page=52). Acesso em: 8 set. 2021.



- GABRIEL, Caroline Cristina Engel. **Variabilidade Espacial da Produtividade da Soja na Região Oeste do Paraná Associada a Variáveis Agrometeorológicas Utilizando Bootstrap**. 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020. Disponível em: <http://131.255.84.103/handle/tede/5029>. Acesso em: 8 set. 2021.
- MIRANDA, Glauco Vieira; ALVES, Maria Eduarda Vilas Boas; BRAUN, Erisson Mateus Weber; MACHADO, Patrick; HUBNER, João Pedro Manzano; LACERDA, Klinsmann Lima. Desempenho de cultivares de soja IPRO no extremo oeste do Estado Paraná em baixa altitude. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 34898-34911, abr. 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/27685>. Acesso em: 08 set. 2021.
- MORAIS, Taynã Christian Trindade de. **Adubação Nitrogenada Na Cultura Da Soja**. 2020. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Jataí, Jataí, 2020. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/19726>. Acesso em: 8 set. 2021.
- PELIZZA, Emanuele Balbinot. **Inoculação E Coinoculação Com Bactérias Promotoras De Crescimento Vegetal Em Soja**. 2021. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Cachoeira do Sul, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/1719>. Acesso em: 8 set. 2021.
- SILVA, Elizangela Selma; CARVALHO, Marco Antonio Camillo; DALLACORT, Rivanildo. Cultivares de soja em função de elementos climáticos nos municípios de Tangará da Serra e Diamantino, MT. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 2, p. 157-164, 10 abr. 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8382>. Acesso em: 08 set. 2021.
- ZUFFO, Alan Mario et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação de Bradyrhizobium japonicum pode aumentar a produtividade e o teor de proteínas de grãos de soja? **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n. 4, p. 1391-1407, 1 out. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alan-Zuffo-2/publication/344598524\\_Adubacao\\_nitrogenada\\_associada\\_a\\_inoculacao\\_de\\_Bradyrhizobium\\_japonicum\\_pode\\_aumentar\\_a\\_produtividade\\_e\\_o\\_teor\\_de\\_proteinas\\_de\\_graos\\_de\\_soja/links/5f8348dd92851c14bcc1305a/Adubacao-nitrogenada-associada-a-inoculacao-de-Bradyrhizobium-japonicum-pode-aumentar-a-produtividade-e-o-teor-de-proteinas-de-graos-de-soja.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alan-Zuffo-2/publication/344598524_Adubacao_nitrogenada_associada_a_inoculacao_de_Bradyrhizobium_japonicum_pode_aumentar_a_produtividade_e_o_teor_de_proteinas_de_graos_de_soja/links/5f8348dd92851c14bcc1305a/Adubacao-nitrogenada-associada-a-inoculacao-de-Bradyrhizobium-japonicum-pode-aumentar-a-produtividade-e-o-teor-de-proteinas-de-graos-de-soja.pdf). Acesso em: 08 set. 2021.