

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA SOJA SUBMETIDA A DUAS ESPÉCIES COMERCIAIS DE *BRADYRHIZOBIUM*, ISOLADAMENTE E EM MISTURA, ASSOCIADA A APLICAÇÃO FOLIAR DE *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Gustavo Herom Bastos dos Santos¹, Otávio André Bastos dos Santos², Vitória Marques Filó Cordeiro³, Ruth da Silva Carvalho Teixeira⁴, Gustavo Dias Brito⁵, Raquel Ribeiro Bispo⁶, Esdras Henrique da Silva⁷

¹Estudante do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica IFTO. Raquel Ribeiro Bispo e-mail: < raquel.bispo@estudante.ifto.edu.br >

²Docente do Curso Superior de Engenharia Agronômica do Campus Colinas do Tocantins – IFTO. Esdras Henrique da Silva:< esdras.silva@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui destaque mundial no que se refere a exportação de *commodities* agrícolas para o mundo, contribuindo imensamente para a segurança alimentar de diversas nações (Ferreira *et al.*, 2023). Atualmente o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja (*Glycine max* (L) Merrill), sendo que na safra 2024/2025 a área plantada com esta oleaginosa foi de 47,51 milhões de hectares, a produtividade média nacional foi de 58,88 sacas.ha⁻¹e uma produção total de 167,86 milhões de toneladas (CONAB, 2025).

A soja por ser uma leguminosa, é capaz de se associar a bactérias simbióticas do gênero *Bradyrhizobium*, e por meio desta associação ocorre o processo denominado fixação biológica de nitrogênio (FBN), processo natural realizado por bactérias capazes de reduzir o nitrogênio atmosférico (N₂) em formas assimiláveis pelas plantas (Hungria; Campo; Mendes, 2001). Estas bactérias uma vez em contato com as raízes da soja são capazes de suprir toda a demanda de nitrogênio da cultura (Hungria; Campo; Mendes, 2007; Hungria; Nogueira, 2022).

No Brasil, as espécies e estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio comercializadas com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a cultura da soja são: *Bradyrhizobium elkanii* estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019 e a espécie *Bradyrhizobium japonicum* estirpes SEMIAS 5079 e 5080 (Chueire *et al.*, 2003; Laura; Mattos, 2014). Embora as duas espécies de *Bradyrhizobium* registradas para uso na soja no Brasil possuam alto potencial de fixação biológica de nitrogênio, estas por sua vez, possuem diversas características únicas de cada uma, incluindo diferenças genéticas e fisiológicas (Soares, 2009).

2 OBJETIVO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta agronômica da cultivar de soja Extrema IPRO à inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 587 e 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e 5080), aplicadas isoladamente, em combinações e associadas à aplicação foliar de *Azospirillum brasiliense*, em condições de campo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola de 2024/2025, sendo iniciado dia 03/10/2024 e finalizado dia 03/04/2025. Localizado na fazenda Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, no *Campus* Colinas do Tocantins (TO), situada na latitude 08°03'33" sul e a uma longitude 48°28'30" oeste, estando a uma altitude de 227 metros.

Antes da instalação do experimento foi realizada amostragem do solo e posteriormente análise física e química. Foi recomendado 5 toneladas (ton.ha-1) de calcário dolomítico, incorporado cerca de 25 cm, por meio de uma grade média. Foi aplicado 1500 kg.ha-1 de gesso agrícola na área, a fim de suprir as demandas de cálcio (Ca) e enxofre (S) nas profundidades abaixo de 25 cm. Foram aplicados 150 kg.ha-1 de P₂O₅ através do fertilizante MAP (Fosfato Monoamônico) e 250 kg.ha-1 de K₂O através do fertilizante cloreto de potássio (KCl), sendo a primeira aplicação de 92 kg.ha-1 no pré-plantio, e o restante parcelado em partes iguais nos estádios fenológicos V3, V6 e R1.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 6 tratamentos: T1 – 10 mL.kg-1 *Bradyrhizobium japonicum* por kg de sementes, T2 – 10 mL.kg-1 *B. elkanii* por kg de sementes, T3- 10 mL.kg-1 de *B. japonicum* + 10 mL.kg-1 de *B. elkanii* por kg de sementes, T4- 10 mL.kg-1 de *B. japonicum* + 5 mL.kg-1 *B. elkani* por kg de sementes, T5-10 mL.kg-1 de *B. elkani* + 5 mL.kg-1 de *B. Japonicum* por kg de sementes e T6-10 mL.kg-1 de *B. japonicum* + 10 mL.kg-1 de *B. Elkanii* por kg de sementes + 500 mL.ha-1 de *Azospirillum brasiliense* aplicados na parte aérea das plantas nos estádios fenológicos V6 e R2), com 4 repetições, totalizando 24 unidades experimentais (parcelas).

A cultivar de soja utilizada foi a Extrema IPRO. Para aferir com precisão da população de plantas foi realizado a peso de 1000 sementes, também realizou-se a viabilidade das sementes utilizadas no experimento por meio do teste de germinação, seguindo as regras para análise de sementes, a fim de corrigir o percentual de germinação (Brasil, 2009).

As inoculações dos tratamentos contendo as espécies e estirpes de *Bradyrhizobium* foram realizadas no tratamento de sementes (TS). Os produtos utilizados no TS, bem como as bactérias foram inseridos através de uma micropipeta automática para garantir com eficácia a medida e transferência dos líquidos.

As variáveis analisadas foram: Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DDC), inserção da primeira vagem (IPV), clorofila total (CLOT), número de nós produtivos (NNP), número de vagens por planta (NDV), peso de mil grãos (PMG) e produtividade em sacas por hectare (SAC). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise variância apresentada na tabela 04 os tratamentos testados influenciaram significativamente as variáveis, peso de mil grãos (PMG) e produtividade (SAC), com destaque para o PMG, que apresentou alta significância ($p \leq 0,01$). Por outro lado, variáveis como altura de planta (AP), diâmetro do caule (DDC), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), número de nós produtivos (NNP) e número de vagens (NDV) não foram estatisticamente afetadas pelos tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 04 – Tabela de médias das variáveis analisadas.

Tratamentos	Variáveis analisadas						
	AP	DDC	AIPV	NNP	NDV	PMG	SAC
T1	66,92 a	9,23 a	7,64 a	15,43 a	44,57 a	137,58 b	46,10 b
T2	69,68 a	9,11 a	8,23 a	17,25 a	48,75 a	162,58 a	57,31 a
T3	68,28 a	8,78 a	7,89 a	17,68 a	52,92 a	171,43 a	62,59 a
T4	70,10 a	8,82 a	7,32 a	15,82 a	42,43 a	161,47 a	55,49 a
T5	67,30 a	8,29 a	7,96 a	16,71 a	50,78 a	165,47 a	61,82 a
T6	68,25 a	9,72 a	8,08 a	18,14 a	56,14 a	163,07 a	65,85 a
CV %	4,85	7,77	5,06	8,32	16,12	4,85	10,78

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo estatístico pelo teste Scott- Knott ao nível de 5% de probabilidade. T1-10 ml de *Bradyrhizobium japonicum* por kg de sementes, T2-(10 ml *B. elkanii* por kg de sementes, T3-10 ml de *B. japonicum* + 10 ml de *B. elkanii* por kg de sementes, T4-10 ml de *B. japonicum* + 5 ml.kg⁻¹ *B. elkani* por kg de sementes, T5-10 ml de *B. elkani* + 5 ml.kg⁻¹ de *B. Japonicum* por kg de sementes e T6-10 ml de *B. japonicum* + 10 ml.kg⁻¹ de *B. elkanii* + 500 ml.ha⁻¹ de *Azospirillum brasiliense* aplicados na parte aérea das plantas nos estádios fenológicos V6 e R2)

A variável peso de mil grãos diferiu estatisticamente nos tratamentos utilizados pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. O tratamento T1(*Bradyrhizobium japonicum* SEMIAS 5079 e 5080 na dose de 10 mL.kg⁻¹) foi o único estatisticamente inferior aos demais. Os tratamentos T2,T3,T4,T5,T6 não apresentaram diferenças estatísticas entre si, ao nível de 5% de probabilidade. Destaca-se o tratamento T3 (10 mL.kg⁻¹ de *B. japonicum* + 10 mL.kg⁻¹ de *B. elkanii*) que, embora não tenha se diferenciado estatisticamente dos demais, apresentou a maior média para a variável em estudo.

Este resultado é semelhante aos encontrados por Cassel et al. (2024) que mencionam que variável PMG apresenta uma estreita relação com o rendimento de grãos em kg.ha⁻¹. Isso porque aproximadamente 6,5% da composição dos grãos de soja corresponde ao elemento nitrogênio (Hungria; Campo; Mendes, 2001; Hungria; Campo; Mendes, 2007). Contudo, esse percentual pode variar dependendo da eficiência da FBN, uma vez que esse processo é responsável por suprir toda a demanda da cultura por nitrogênio, e que por sua vez, pode interferir do peso de grãos.

Os resultados de produtividade que mais se destacaram foram observados na comparação entre os tratamentos T1 (*Bradyrhizobium japonicum*, 10 mL·kg⁻¹) e T3 (*B. elkanii*, 10 mL·kg⁻¹). Considerando a aplicação de doses equivalentes de inoculantes, a espécie *B. elkanii* demonstrou maior eficiência simbiótica, em relação ao *B. japonicum*, resultando em um incremento de 11,21 sacas por hectare na produtividade. Esse acréscimo representa um aumento de 24,31% na produção, evidenciando o potencial superior de *B. elkanii* na promoção do rendimento da soja sob as condições de cultivo em primeiro ano, plantio convencional (sem palhada) sob solo arenoso.

Bizarro (2008) comprovou essa hipótese ao verificar que as estirpes de *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 587 e SEMIA 5019) foram mais competitivas do que as de *B. japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080), tanto no sistema de plantio direto quanto no convencional. De acordo com o autor esse resultado se deve ao fato de as estirpes de *B. elkanii* apresentarem maior ocupação nodular nas raízes da soja, independentemente do manejo adotado, evidenciando maior sobrevivência da bactéria em áreas de abertura sob plantio convencional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie de *B. elkanii* (SEMIA 587 e SEMIA 5019) é capaz de promover maior peso de mil grãos (PMG) e produtividade quando inoculadas na cultivar de soja Extrema IPRO com 25 g 11,21 respectivamente em relação os *B. japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080) em doses equivalentes de 10 mL.kg⁻¹ sementes em plantio convencional (sem palhada) sob solo arenoso.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFTO pelo fomento e apoio na execução do projeto, que viabilizou a realização desta pesquisa, bem como pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

CARDOSO FERREIRA, Samuel. Digitalização Do Campo A Favor Da Produção De Soja E Da Agricultura No Brasil E No Mundo. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 18, n. 1, p. 393–401, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i1.1166.

MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). Bioinsumos na cultura da soja. Brasília, DF: **Embrapa**, 2022. cap. 8.

CHUEIRE, L. M. O.; BANGEL, E. V.; MOSTASSO, F. L.; CAMPO, R. J.; PEDROSA, F. O.; HUNGRIA, M. (2003). Classificação taxonômica das estirpes de rizóbio recomendadas para as culturas da soja e do feijoeiro baseada no seqüenciamento do gene 16S rRNA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27(5), 833–840. doi:10.1590/S0100-06832003000500007

MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B. Efetividade de Estirpes de Bradyrhizobium na Nodulação da Soja Cultivada em Terras Baixas. **Reunião de pesquisa de soja da região sul**, v. 40, 2014.

Ferreira, Daniel Furtado (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(6), 1039–1042. doi:10.1590/S1413-70542011000600001

BIZARRO, Mariel Josue. **Simbiose e variabilidade de estirpes de Bradyrhizobium associadas à cultura da soja em diferentes manejos do solo**. 2008. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos**. 2025.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**, 2007. 80 p. (Documentos, 283).

MENDES, I. C.; VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Estabelecimento de estirpes de Bradyrhizobium japonicum/B. elkanii e seus efeitos na reinoculação da soja em solos de Cerrado. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, Documento, n. 20, p. 1–18, dez. 2000.

CASSEL, J. L.; ROTHER, G. M.; MALDANER, B. A.; LUDWIG, R. L.; PIMENTA, B. D.; SANTOS, D. B. dos. Morfologia e rendimento de cultivares de soja precoces sob níveis de 46 desfolha. **Contribuciones a las ciencias sociales**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. e5686, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.3-098.