

CO-INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS NA CULTURA DA SOJA

EDUARDO MACHADO AHMAD^{1,2*}, ADOLFO KUHN³, ALINE MACIEL BLANKE³,
GEAN JOSÉ KOSLOWSKI BARBOSA³, RENAN COSTA BEBER VIEIRA^{2,4}

1 Introdução

A soja é uma das plantas mais cultivadas no mundo, sendo o Brasil responsável por 37,3% da produção mundial do grão. No estado do Rio Grande do Sul (RS), a soja ocupou 6,5 milhões de hectares na safra 2022/2023 com produtividade média de 1.923 kg ha⁻¹. A eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem proporcionado elevados índices produtivos da soja sendo essa a principal fonte de nitrogênio para a cultura.

Nos últimos anos o uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) tem ganhado destaque no consórcio com as tradicionais bactérias diazotróficas do gênero *Bradyrhizobium*, visto que essa co-inoculação tem apresentando resultados satisfatórios. O gênero *Bacillus* também tem sido utilizado com resultados promissores (Oliveira et al., 2020), potencializando maior produtividade e a redução de adubação fosfatada pela solubilização de fósforo.

Diversos benefícios da co-inoculação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum* em plantas são relatados na literatura, com incrementos na nodulação, crescimento radicular e produtividade de grãos (Moretti et al., 2020; Hungria et al., 2015). De acordo com Camargo et al., (2019) os microrganismos promotores de crescimento em plantas são microorganismos que colonizam diversos órgãos vegetais e que, através da produção de hormônios e outras moléculas alteram o metabolismo da planta, otimizando o seu crescimento e desenvolvimento. Entretanto, vários estudos relatam ausência de efeito da co-inoculação destes microrganismos na cultura da soja (Oliveira et al., 2019; Fipke et al., 2020).

Contudo, os estudos a campo não são unânimes na resposta da soja à co-inoculação com BPCPs, necessitando evoluir na compreensão das condições de resposta à estas práticas.

1 Acadêmico de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo, contato: ahmadeduardo@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Solos & Ambiente

3 Acadêmico de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo

4 Prof. Dr., Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientador**.

Além disso, estudos recentes têm sugerido que a co-inoculação com associações de diversas BPCPs pode ser superior às inoculações isoladas (Pacentchuk et al., 2020, Khan et al., 2020). Dessa forma, a associação de diferentes microrganismos promotores de crescimento ao *Bradyrhizobium* pode apresentar um potencial mitigador de estresses às plantas, bem como de incremento na produtividade da cultura da soja.

2 Objetivos

Avaliar a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e bactérias promotoras de crescimento de plantas na cultura da soja em solo com baixa disponibilidade de fósforo.

3 Metodologia

O experimento foi instalado em vasos na casa de vegetação da UFFS campus Cerro Largo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial (4x2), com 3 repetições. No fator A alocou-se as inoculações de (i) *Bradyrhizobium*; (ii) *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*; (iii) *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasiliense* e; (iv) *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. megaterium*, *P. fluorescens*, *Azospirillum brasiliense* + *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harziaum*, *Bacillus amyloliquefaciens*. As doses utilizadas foram de 100 ml de *Bradyrhizobium*, por saca de 50 kg de sêmenes, 200 ml/ha de *Azospirillum* e 100 ml e 100g/ha dos demais inoculantes. No fator B foi disposto a aplicação ou não de fósforo (P), na dose de 229 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato Triplo (42%).

As inoculações foram realizadas no dia da semeadura, sucedendo a semeadura em vasos com a distribuição de 8 sementes de soja (cultivar BMX NEXUS 64IX66RSF I2X) por vaso (12 L), e posterior desbaste para população final de 3 plantas por vaso. O solo utilizado apresentava as seguintes características: pH em água 6,3, 3,4 mg dm⁻³ de P, 260 mg dm⁻³ de K, 8,6 cmol_c dm⁻³ de Ca, 3,6 cmol_c dm⁻³ de Mg, 2,8 % de MO e 51% de argila. Não foi realizada nenhuma adubação adicional para a cultura.

A irrigação do experimento foi feita através de regas manuais com auxílio de um regador, mantendo a umidade do solo próxima a capacidade de campo.

O experimento foi conduzido por 61 dias em casa de vegetação até o estágio V7. Ao final do experimento, a parte aérea e as raízes das plantas de soja foram avaliadas.

O diâmetro de caule foi avaliado com um paquímetro digital a 1 cm do solo, enquanto que a altura de plantas foi avaliada com o uso de régua graduada, medindo a distância do solo até o último nó. A massa seca da parte aérea (MSPA) de soja foi avaliada através da coleta das três plantas por vaso. O material foi seco em estufa a 65 °C até massa constante.

A avaliação do sistema radicular da soja foi realizada após as avaliações da parte aérea. Para tal, foi retirada toda a porção de solo contida no vaso e realizada a separação do solo e das raízes por meio de lavagem com água. Nas raízes, a nodulação foi avaliada através da contagem do número de nódulos por monólito, sendo sua massa determinada através da secagem em estufa a 65 °C até massa constante. O comprimento, diâmetro médio e área radicular foi mensurado através da avaliação de uma planta por vaso com auxílio do Software Safira.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, havendo significância as médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a probabilidade de 5%.

4 Resultados e Discussão

Não houve interação entre a inoculação e a aplicação de P às plantas para nenhuma variável avaliada.

A inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) associada com bactérias diazotróficas do gênero *Bradyrhizobium* não influenciou as variáveis avaliadas na parte aérea das plantas de soja (altura média de plantas, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea) nem nas raízes (número e massa de nódulos, volume, área superficial e diâmetro ponderado de raízes) (Tabelas 1 e 2). Por sua vez, a aplicação de fósforo às plantas alterou todas as variáveis avaliadas na parte aérea e na área superficial de raízes.

Tabela 1: Altura de planta, diâmetro de caule e MSPA de plantas de soja em função da inoculação e da adubação fosfatada.

Tratamento	Altura de Planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)	MSPA (g planta ⁻¹)
B	21,9 ^{ns}	4,0	6,1
BA	21,7	4,1	6,0
BAG	20,4	4,0	6,5
BAGT	22,0	3,9	6,3
Com P	23,6a	4,6a	9,1a
Sem P	19,4b	3,4b	3,3b
CV%	11,6	5,5	27,7

Por terem sido usadas bactérias promotoras de crescimento, esperava-se um incremento significativo na altura de plantas, diâmetro de caule e MSPA, o que não foi observado neste experimento. Entretanto, deve-se destacar que o solo utilizado no estudo possuía acidez do solo corrigida e altos teores de nutrientes (com exceção do P, variável estudada). Em adição, o revolvimento do solo realizado para o cultivo em vasos pode ter acelerado os processos de ciclagem e mineralização do nitrogênio da matéria orgânica do solo, contribuindo para menor associação da soja às BPCPs.

Tabela 2: Volume, área superficial, diâmetro ponderado de raízes e número e massa de nódulos de soja de plantas de soja em função da inoculação e da adubação fosfatada.

Tratamento	Volume (mm ³)	Área superficial (mm ²)	Diâmetro ponderado (mm)	Número de nódulos	Massa de Nódulos (g)
B	25027 ^{ns}	73200	0,78	153,1	0,3
BA	11915	42362	0,80	129,5	0,3
BAG	24265	57865	0,88	178,2	0,4
BAGT	21688	62895	0,90	154,7	0,3
Com P	26582 ^{ns}	71983a	0,88 ^{ns}	266,8a	0,70a
Sem P	14865	46178b	0,80	40,9b	0,03b
CV%	68,6	45,6	18,54	33,7	39,4

Os resultados da inoculação com a associação de BPCPs diferem de alguns estudos encontrados na literatura. Segundo Bashan & Bashan (2010), o conjunto de processos

decorrentes da inoculação das BPCPs aumenta a absorção de água e nutrientes, conferindo às plantas maior resistência às doenças e aos estresses ambientais. A inoculação de BPCPs pode beneficiar as culturas através da produção de fitormônios e da solubilização de fosfatos, resultando em maior número de radículas e diâmetro de raízes laterais e adventícias (Cavallet et al., 2000). Diante disso esperava-se que as bactérias solubilizadoras de fosfato proporcionassem maior crescimento de plantas no solo com baixo teor de P. Entretanto, não se observou incremento no crescimento de parte aérea e raízes da soja, tanto nos solos com baixo teor de P, quanto com sua adubação.

5 Conclusão

A co-inoculação de *Bradyrhizobium* com bactérias promotoras de crescimento de plantas não ocasionou efeito nas plantas, independente da disponibilidade de P no solo.

Referências Bibliográficas

- BASHAN, Y.; BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - A critical assessment. *Advances in Agronomy*, v. 108, p. 77-136, 2010.
- CAMARGO GSM (2019) Ação de *Trichoderma* sp. e *Bacillus subtilis* associado a Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. 36f.
- CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, p.129-132, 2000.
- OLIVEIRA, C. A.; COTA, L. V.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; SANTOS, F. C.; PINTO JUNIOR, A. S.; ALVES, V. M. C. Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas culturas de milho e soja. Sete Lagoas:Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; inoculação; co-inoculação.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2022-0409

Financiamento: UFFS