

## USO DA PRÉ-INOCULAÇÃO EM SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM DEFENSIVOS

Diogo Sene de Oliveira (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Jhonatan Fernando Bocon, Alessandro Lucca Braccini (Orientador), Silas Maciel de Oliveira (Co-orientador).  
E-mail: albraccini@uem.br, smoliveira2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

### Ciências Agrárias / Agronomia

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill; tratamento de sementes; fixação biológica de nitrogênio.

### RESUMO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] destaca-se tanto no cenário nacional quanto mundial. O conhecimento sobre a influência do tratamento de sementes com defensivos agrícolas na eficiência da inoculação é um fator importante para o fornecimento ideal de N para a cultura, resultando em uma boa produtividade e com redução de custos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos do uso de produtos fitossanitários e protetores no tratamento de sementes sobre a nodulação e produtividade da cultura da soja. O experimento foi conduzido em campo no município de Marialva-PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 repetições e parcelas com 4.05 m de largura e 7 m de comprimento. Foram aplicados sete tratamentos, diferenciando-os em época de inoculação e produtos utilizados no tratamento químico. As variáveis resposta avaliadas foram o número de nódulos, massa seca de nódulos, biomassa seca da parte aérea, teor de N na folha diagnóstico, teor de N nos grãos, massa de mil sementes e rendimento de grãos. O tratamento contendo inoculante líquido + protetor + Cropstar + Apron obteve médias superiores aos demais tratamentos em todas as variáveis resposta analisadas.

### INTRODUÇÃO

O cultivo da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] está entre as atividades econômicas que mais se destacaram nas últimas décadas por diversos fatores. O Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja, sendo atualmente o maior produtor da cultura no mundo. Segundo a Conab (2024), a produção de soja no Brasil, na safra 2023/2024, foi de 148 milhões de toneladas, com uma área total cultivada de 45 milhões de hectares.

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, com uma relação de 80 kg de N para cada tonelada de grãos (HUNGRIA et al, 2001). A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo natural que ocorre devido a associação das plantas com bactérias diazotróficas, transformando o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ).

A inoculação é um processo em que cepas selecionadas de bactérias são adicionadas às sementes, podendo ser realizada períodos antes da semeadura, popularmente conhecida como “pré-inoculação”, ou durante a semeadura. No Brasil, graças à inoculação, o processo de FBN supre a maior parte da demanda de N da cultura, podendo chegar até 300 kg ha<sup>-1</sup> de N (CIAMPITTI e SALVAGIOTTI, 2018). Entretanto, um dos principais obstáculos para o uso da pré-inoculação é a limitação em tecnologias que consigam manter a viabilidade das células bacterianas durante o armazenamento, bem como a associação desta prática ao tratamento de sementes. Isto ocorre devido à compatibilidade dos produtos químicos contendo fungicidas, inseticidas e micronutrientes com o *Bradyrhizobium*, estando entre os principais desafios da pré-inoculação (FERREIRA et al., 2011).

Além de controlar patógenos importantes transmitidos pela semente, o tratamento industrial de sementes (TIS) é uma prática eficiente para assegurar populações adequadas de plantas, quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à rápida emergência da plântula, deixando a semente exposta por mais tempo a fungos habitantes do solo (HENNING et al., 2010). Em sementes tratadas com fungicidas e, posteriormente, inoculadas, a semeadura deve ser efetuada no máximo em 12 horas (IÉDA et al., 2010).

A viabilidade a longo prazo da sobrevivência celular em sementes pré-inoculadas pode ser mantida por meio da adição de adesivos e protetores celulares à formulação dos inoculantes. Os protetores bacterianos são compostos por açúcares, polímeros e substâncias inertes que exercem osmoproteção das bactérias e potencializar a inoculação (ARAUJO et al., 2017).

É fundamental importância entender como funcionam os protetores utilizados no tratamento de semente e como afetam os mecanismos da FBN e das bactérias que a fazem, visto que inoculação realizada de modo eficaz permite que haja um fornecimento adequado de N para a cultura desde o início do ciclo, o que tende a gerar uma maior produtividade. Neste contexto, nossa pesquisa buscou avaliar o efeito entre produtos fitossanitários utilizados no tratamento de sementes, protetores bacterianos e a FBN na cultura da soja.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida no município de Marialva-PR, situado a 23° 29' 8" S e 51° 47' 34" O, a 660 metros de altitude. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO de textura argilosa (aproximadamente 70% de argila). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em que cada unidade experimental contou com 4 repetições, com dimensões de 4,05 metros de largura e 7 metros de comprimento. Foram empregados 7 tratamentos, conforme segue: dois tratamentos controle (sem inoculação), o primeiro sem inoculação ou adição de fertilizante mineral e o segundo apenas com suprimento de N mineral (200 kg de N ha<sup>-1</sup>). No terceiro tratamento foi realizada a inoculação padrão na semeadura e os outros quatro tratamentos conteram combinações de produtos fitossanitários, junto a um protetor bacteriano, em sementes pré-inoculadas, 60 dias antes da semeadura.

As variáveis respostas analisadas foram conforme segue: número de nódulos por planta, massa seca de nódulos, biomassa seca da parte aérea, teor de N e N-total na parte aérea e nos grãos, produtividade de grãos e massa de mil sementes. No

estádio R1 foi realizada a coleta de nódulos e, na colheita, as demais avaliações. Os nódulos foram separados das raízes, lavados, secos e pesados. Por fim, os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ). Quando houve significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, mantendo-se o mesmo nível de significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R<sup>®</sup> (R CORE TEAM, 2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os resultados quanto ao número de nódulos e massa seca de nódulos entre os tratamentos. É possível inferir que o tratamento à base de inoculante líquido + protetor + Cropstar + Apron obteve resultados significativamente superiores no número de nódulos e massa seca de nódulos, quando comparado com os demais tratamentos.

Tabela 1 – Número de nódulos e massa seca de nódulos entre os tratamentos.

Tratamentos	Nº de nódulos (nº pl <sup>-1</sup> )	Massa seca de nódulos (g pl <sup>-1</sup> )
1 Testemunha absoluta	13,7 D	387,2 D
2 Testemunha com N mineral (200 kg ha <sup>-1</sup> )	4,8 E	98,4 E
3 Inoculação padrão	18,7 CD	659,4 C
4 Inoc. líquido + protetor + Cropstar <sup>1</sup> + Apron <sup>2</sup>	46,9 A	1337,8 A
5 Inoc. líquido + protetor + Fortenza <sup>3</sup> + Cruiser <sup>4</sup> + Maxim <sup>5</sup>	30,5 B	928 BC
6 Inoc. líquido + protetor + Avicta <sup>6</sup> + Cruiser + Maxim	22,8 C	828 BC
7 Inoc. líquido + protetor + Dermacor <sup>7</sup> + Apron	32,4 B	1050 AB
Médias	24,2	755,5
Coeficiente de Variação (%)	14,0	13,6
Pr > F	<0,001	<0,001

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.<sup>1</sup>  
Imidacloprido + Tiocarbe; <sup>2</sup> Fludioxonil + Metalaxil-M; <sup>3</sup> Ciantraniliprole; <sup>4</sup> Tiametoxam; <sup>5</sup> Metalaxil-M + Fludioxonil; <sup>6</sup> Abamectina; <sup>7</sup> Clorantraniliprole.

Na tabela 2 são apresentados os resultados para a massa de mil sementes e a produtividade de grãos. É possível notar que o tratamento à base de inoculante líquido + protetor + Cropstar + Apron (tratamento 4) obteve, novamente, os melhores resultados na massa de mil sementes e na produtividade de grãos, em comparação aos demais tratamentos.

Tabela 2 – Massa de mil sementes (MMS) e produtividade de grãos.

Tratamentos	MMS (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1 Testemunha absoluta	90,6 F	882,0 E
2 Testemunha com N mineral (200 kg ha <sup>-1</sup> )	96,4 E	1177,8 D
3 Inoculação padrão	98,9 ED	1418,4 D
4 Inoc. líquido + protetor + Cropstar <sup>1+</sup> Apron <sup>2</sup>	132,0 A	2579,7 A
5 Inoc. líquido + protetor + Fortenza <sup>3</sup> + Cruiser <sup>4</sup> + Maxim <sup>5</sup>	107,6 CB	2158,5 B
6 Inoc. líquido + protetor + Avicta <sup>6</sup> + Cruiser + Maxim	103,4 DC	1842,0 C
7 Inoc. líquido + protetor + Dermacor <sup>7</sup> + Apron	114,0 B	2374,9 AB
Médias	106,1	1776,2
Coeficiente de Variação (%)	4,3	6,8
Pr > F	<0,001	<0,001

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.<sup>1</sup>  
Imidacloprido + Tiocarbe; <sup>2</sup> Fludioxonil + Metalaxil-M; <sup>3</sup> Ciantraniliprole; <sup>4</sup> Tiametoxam; <sup>5</sup> Metalaxil-M + Fludioxonil; <sup>6</sup> Abamectina; <sup>7</sup> Clorantraniliprole.

## CONCLUSÕES

O tratamento contendo inoculante líquido + protetor + Cropstar + Apron obteve médias superiores aos demais tratamentos em todas as variáveis resposta analisadas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao grupo de pesquisa Crop Systems.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. S.; CRUZ, S. P.; SOUCHIE, E. L.; MARTIN, T. N.; NAKATANI, A. S.; NOGUEIRA, M. A. & HUNGRIA, M. Preinoculation of soybean seeds treated with agrochemicals up to 30 days before sowing: Technological innovation for large-scale agriculture. *International Journal of Microbiology*, v. 2017, Article ID 5914786, p. 1-11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/5914786>

CIAMPITTI, I. A. & SALVAGIOTTI, F. New insights into soybean biological nitrogen fixation. *Agronomy Journal*, v. 110, n. 4, p. 1185-1196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0348>

FERREIRA, E.; NOGUEIRA, M. A.; FUKAMI, J.; CONCEIÇÃO, R. B. & HUNGRIA, M. Nova legislação, recomendação de doses de inoculantes e pré-inoculação: riscos ao sucesso da contribuição da fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja. XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).



HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. & MENDES, I. D. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja. 2001. 48 p. (Circular Técnica / Embrapa Soja, n. 35) (Circular Técnica / Embrapa Cerrados, n. 13).