



AVALIAÇÃO DA PRÉ-INOCULAÇÃO NA NODULAÇÃO E NO RENDIMENTO DA SOJA

Gláucia Cristina Ferri¹, Fernanda Brunetta Godinho¹, Alessandro de Lucca e Braccini², Danilo Cesar Volpato Marteli³, Priscila Angelotti³, Samara Cavalli Piana¹

RESUMO: O nitrogênio caracteriza-se como nutriente essencial para cultura da soja, sendo demandado em grandes quantidades pela cultura. A principal forma da planta obter o nutriente é por meio da fixação biológica de nitrogênio, que além de substituir a adubação nitrogenada tem a capacidade de suprir toda a demanda do nutriente requerida pela cultura da soja. A pré-inoculação, que consiste em inocular a bactéria fixadora de nitrogênio nas sementes, com maior antecedência a semeadura, constitui uma prática já utilizada em outros países. Porém, a utilização dessa técnica depende de diversos fatores, especialmente da habilidade da bactéria em sobreviver nas sementes, do tipo de tratamento realizado no beneficiamento e das condições de armazenamento das sementes. Diante disso, o trabalho consistiu em avaliar a eficiência da pré-inoculação das sementes de soja tratadas industrialmente na nodulação e na produtividade da cultura da soja. O experimento foi instalado no mês de outubro de 2014, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de dois pacotes de tratamento de sementes industrial (pacote TSI 1 e pacote TSI 2) e diferentes arranjos de tratamentos de inoculação (testemunha absoluta, testemunha com adubação nitrogenada, inoculação padrão das sementes, sem tratamento prévio e com TSI, além de três períodos de pré-inoculação das sementes com o inoculante LT para cada pacote TSI). No campo e em laboratório foram realizadas as seguintes determinações: número e peso de nódulos no início do florescimento, massa seca da parte aérea e raiz, teor de nitrogênio na parte aérea e nos grãos, número de vagem por planta, massa de mil grãos e produtividade. Os resultados obtidos permitem concluir que o uso do inoculante LT nas sementes, com antecedência de até 5 dias da semeadura, independente do tratamento TSI aplicado, foi efetivo em aumentar o teor de N e as demais características avaliadas, bem como promover incremento de produtividade na cultura da soja, em relação à testemunha absoluta e à adubação nitrogenada isolada, com resultados comparáveis à inoculação padrão das sementes.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, inoculação, tratamento de sementes industrial.

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o segundo nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas. Cerca de 1 a 5% da matéria seca total da planta consiste em nitrogênio. A cultura da soja demanda grandes quantidades de nitrogênio, sendo necessários cerca de 80 kg do nutriente para produzir uma tonelada de grãos (HUNGRIA et al., 2001). Esse nutriente é essencial para a planta, pois participa da composição dos aminoácidos, proteínas, clorofila e enzimas essenciais que estimulam o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular (TAIZ; ZEIGER, 2004; HAWKESFORD et al., 2012).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é o principal meio pelo qual a cultura da soja obtém o nutriente e a simbiose com a bactéria *Bradyrhizobium* é o advento de maior sucesso no país. A pré-inoculação das sementes, ou seja, a inoculação com maior antecedência à semeadura, tem se constituído em uma estratégia que tende a se difundir nas lavouras de soja no Brasil (EMBRAPA SOJA, 2008). Segundo Campo e Hungria (2007), em avaliações realizadas em diversos experimentos no Brasil, durante três anos consecutivos, indicaram ser possível a inoculação em antecedência a semeadura, o que possibilita ao produtor realizar a inoculação previamente a semeadura e executá-la no momento mais oportuno.

A utilização de sementes pré-inoculadas ou inoculadas com antecedência à semeadura constitui em prática utilizada há alguns anos em outros países, para várias culturas, além da soja. No entanto, a aplicação dessa estratégia de inoculação depende de vários fatores, especialmente da habilidade da bactéria em sobreviver na semente, do tipo de tratamento realizado no beneficiamento, além das condições de armazenamento convencional das sementes, restringindo, assim, o uso dessa prática.

Diante disso, o trabalho foi desenvolvido com objetivo de comparar a pré-inoculação com a inoculação tradicional, realizada no momento da semeadura, verificando a possibilidade de utilização da referida técnica em sementes de soja tratadas industrialmente.

¹ Discente do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista CAPES. Email: ferbrunetta@gmail.com ferriglauca@hotmail.com samara_cavalli@hotmail.com

² Professor adjunto do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista CNPq. Email: albraccini@uol.com.br

³ Discente e Graduação, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista. Email: danielomartelli@hotmail.com priangelotti@gmail.com



2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi instalado em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Município de Maringá, região noroeste do Estado do Paraná. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho distroférrico, de textura média.

A cultivar de soja utilizada na semeadura foi a Brasmax Potência RR. Os tratamentos utilizados foram constituídos por dois pacotes de tratamento de sementes industrial (pacotes TSI 1 e 2) e diferentes arranjos de tratamentos de inoculação das sementes (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos com aplicação do inoculante comercial a base de *Bradyrhizobium japonicum* formulação líquida (Inoculante L) e inoculante de longa duração (Inoculante LT) em sementes de soja, aos 0, 5 e 10 dias antes da semeadura da cultura, além das testemunhas e inoculação padrão das sementes (Maringá – PR, 2014/2015).

| Nº | Tratamentos |
|----|--|
| 1 | Testemunha absoluta |
| 2 | 200 kg ha ⁻¹ de N |
| 3 | Inoculante L (2 mL kg ⁻¹) |
| 4 | Inoculante L (2 mL kg ⁻¹) |
| 5 | Inoculante LT (2 mL kg ⁻¹) – 0 dias |
| 6 | Inoculante LT (2 mL kg ⁻¹) – 5 dias |
| 7 | Inoculante LT (2 mL kg ⁻¹) – 10 dias |
| 8 | Inoculante L (2 mL kg ⁻¹) |
| 9 | Inoculante LT (2 mL kg ⁻¹) – 0 dias |
| 10 | Inoculante LT (2 mL kg ⁻¹) – 5 dias |
| 11 | Inoculante LT (2 mL kg ⁻¹) – 10 dias |

*Pacote TSI 1: Derosal Plus[®] (100 mL 50 kg⁻¹) + Cropstar[®] (250 mL 50 kg⁻¹);

**Pacote TSI 2: Maxim Advanced[®] (50 mL 50 kg⁻¹) + Cruiser 350 FS[®] (100 mL 50 kg⁻¹).

As plantas foram colhidas manualmente, no dia 03/03/2015. Após a colheita, as vagens foram debulhadas em máquina trilhadora estacionária, limpas com o auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel “kraft”.

As avaliações de produtividade e massa de mil sementes foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (NUPAGRI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da UEM.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com onze tratamentos e quatro repetições de campo. Os resultados coletados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste "F" foi significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t – LSD ($p < 0,10$), de acordo com Banzatto e Kronka (2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mediante a análise de variância, é possível inferir que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,10$) para todas as variáveis resposta avaliadas no presente experimento (Tabela 2).

De maneira geral, o tratamento que apresentou os melhores resultados, em todas as variáveis, foi o 10 (inoculante LT, com pacote TSI 2, no período de 5 dias), seguido do tratamento 9 (inoculante LT, com pacote TSI 2, no período de 0 dias). Já os menores valores foram representados pelo tratamentos 1 e 2.

Na avaliação do número de nódulos por planta e da massa seca de nódulos (Tabela 2), observa-se que os maiores valores foram obtidos para o tratamento 10, com 50,25 nódulos por planta e 20,66 mg por planta, respectivamente. Esses valores foram 545 e 346,5% superiores à testemunha absoluta (tratamento 1) e à adubação nitrogenada com 200 kg ha⁻¹ de N (tratamento 2), respectivamente, para o número de nódulos por planta e 993 e 590% superiores aos tratamentos 1 e 2, respectivamente, para a variável resposta massa seca de nódulos.



Tabela 2. Resultados médios do número de nódulos (N.NOD), peso de nódulos (P.NOD), massa seca da parte aérea (M.S.P.A.), teor de nitrogênio na parte aérea (T.N.P.A.), teor de nitrogênio nos grãos (T.N.G.), peso de mil grãos (P.M.G.) e produtividade de grãos (PROD) da cultivar Brasmax Potência RR, em resposta aos diferentes tratamentos de pré-inoculação, associado a dois pacotes de tratamento de sementes industrial, na cultura da soja (Maringá – PR, 2014/2015).

| Tratamentos | N.NOD (unid.pl ⁻¹) | P.NOD (mg.pl ⁻¹) | M.S.P.A. (g.pl ⁻¹) | T.N.P.A. (%) | T.N.G. (%) | P.M.G. (g) | PROD (kg/ha) |
|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| 1 | 9,25 E | 20,83 D | 4,44 F | 3,86 E | 11,66 BC | 6,67 E | 3.013,28 G |
| 2 | 14,50 E | 35,00 D | 6,21 E | 4,75 D | 12,29 B | 7,26 DE | 3.500,34 F |
| 3 | 28,75 CD | 81,67 C | 10,47 BC | 6,22 BC | 12,78 B | 7,60 CD | 4.139,77 BCD |
| 4 | 24,25 D | 68,91 C | 7,60 E | 5,52 CD | 12,40 B | 7,32 CD | 3.762,53 DE |
| 5 | 24,50 D | 72,27 C | 7,81 DE | 5,85 CD | 12,49 B | 7,83 CD | 4.005,24 CDE |
| 6 | 34,00 BC | 75,00 C | 10,81 BC | 6,67 B | 12,66 B | 10,96 B | 4.258,03 BC |
| 7 | 28,00 CD | 74,17 C | 9,92 C | 6,36 BC | 12,62 B | 10,73 B | 4.142,04 BCD |
| 8 | 25,00 D | 73,33 C | 9,47 CD | 5,54 CD | 12,47 B | 7,33 CD | 3.861,84 DE |
| 9 | 37,50 B | 115,83 B | 11,87 B | 6,7 B | 12,78 B | 11,10 B | 4.327,78 AB |
| 10 | 50,25 A | 206,67 A | 14,82 A | 7,23 A | 16,86 A | 12,24 A | 4.578,59 A |
| 11 | 27,67 CD | 80,75 C | 10,95 BC | 6,42 BC | 12,69 B | 7,91 C | 4.095,09 BCD |
| Média Geral | 27,6 | 8,17 | 9,45 | 5,92 | 12,88 | 8,83 | 3.968,44 |
| C.V. (%) | 21,36 | 31,64 | 15,47 | 5,12 | 38,14 | 5,92 | 6,11 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste t (LSD), a 10% de probabilidade.

Com relação às variáveis massa seca da parte aérea, os resultados apontaram que o tratamento 10 foi o que apresentou os maiores valores, seguido pelo tratamento 9, os quais foram significativamente ($p < 0,10$) superiores aos demais. Na avaliação do teor de N na parte aérea e nos grãos, os resultados obtidos indicaram que o tratamento 10 apresentou o maior incremento nas duas variáveis, com valores significativamente superiores ($p < 0,10$) aos demais tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos 6, 7 e 9 apresentaram resultados intermediários, porém inferiores ao tratamento 10, ao passo que o tratamento 1 (testemunha) foi novamente o que apresentou os menores incrementos no teor de N, seguido de perto do tratamento 2 (adubação com 200 kg ha⁻¹ de N).

Na avaliação dos componentes de rendimento da cultura da soja, massa de mil grãos (MMG), observa-se que o tratamento 10, seguido pelo tratamento 9, foram os que apresentaram os maiores valores numéricos nas duas características, os quais influenciaram positivamente no aumento da produtividade de grãos (PROD) da cultura da soja (Tabela 2), quando comparados com a testemunha absoluta (tratamento 1), adubação nitrogenada (tratamento 2) e inoculação padrão das sementes (tratamentos 3, 4 e 8). A exceção foi observada na variável resposta P.M.G., em que não houve diferença significativa ($p > 0,10$) entre o tratamento 9 (uso do inoculante LT aos 0 dias, em associação com o pacote TSI 2) e os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 11.

4 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos, pode-se inferir que:

- Os tratamentos 10 e 9 foram os que promoveram os maiores incrementos na produtividade da soja;
- A aplicação do inoculante LT nas sementes, com antecedência de até 5 dias da semeadura, utilizando o pacote TSI 2 (tratamento 10), apresentou resultados superiores à adubação nitrogenada na cultura da soja, com resultados comparáveis à inoculação padrão das sementes;
- O uso do inoculante LT nas sementes de soja, com antecedência de até 5 dias da semeadura da cultura, independente do tratamento TSI aplicado (pacotes TSI 1 e 2), foi efetivo em aumentar o teor de N nas plantas e nos grãos, bem como as demais características avaliadas, quando comparados com a testemunha absoluta e à adubação nitrogenada isolada

REFERÊNCIAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2008. 237 p.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria e Defesa Sanitária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 268 p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n.16).

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; SKRUMSAGER, I.; et al. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, P. (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. London: Elsevier, 2012. p. 135-178.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, L. C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica 35; Embrapa Cerrados, Circular Técnica 13).

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: Iapar, 1987. 35 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. SANTAREM, E. R. et al. 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2004, p. 719.

VITTI, G. C.; CAMARGO, M. A. F.; LARA, C. **Síntese da análise química em tecido vegetal**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001.