



INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE SOJA EM ÁREAS DE ALTO RENDIMENTO

Marciane Gonçalves dos Santos¹, David Carvalho de Oliveira¹, Jefferson da Silva¹, Thiago Ranzan²

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar as melhores opções no aproveitamento do nitrogênio pela cultura da soja através de diferentes inoculações e coinoculações. A relevância do estudo se dá pela representatividade da soja dentro do cenário econômico brasileiro, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial do grão, e a soja uma das maiores commodities do mercado agrícola mundial. O experimento foi desenvolvido a campo no ano agrícola de 2017/2018, na fazenda Morro Alegre, Lapa/PR. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso e foram avaliados sete tratamentos: 1- Sem inoculação; 2- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*; 3- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação de *Azospirillum brasilense*; 4- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 5- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* no estágio V3-V4; 6- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 7- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4; com cinco repetições cada. Os tratamentos não mostram diferenças significativas dentro dos parâmetros avaliados, entretanto diferenças quantitativas relevantes foram observadas.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio, fixação biológica, produtividade.

INTRODUÇÃO

Segundo a CONAB(2018) na safra de 2000/2001 o Brasil contava com uma área de soja de 13,969 milhões de ha⁻¹, já para a safra de 2017/2018 a área subiu para 35,100 milhões de ha⁻¹, a área destinada a oleaginosa teve um crescimento de 19,131 milhões de ha⁻¹ nesse período, e sua média produtiva é de 3.333 kg/ha⁻¹.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais requisitados pelas culturas vegetais, a soja em

¹Estudante de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1.155, Prado Velho CEP 80.215-901 Curitiba, Paraná. E-mail: marcianegoncalves0@gmail.com, navisco@gmail.com, jeffersonsilva844@yahoo.com.br

²Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: Thiago.ranzan@pucpr.br

especial tem uma alta demanda que se deve ao seu alto teor de proteína contida no grão. Para se produzir 1000kg do grão sabe-se que são necessários 80kg de N (HUNGRIA et.al.2007).

Para suprir essa demanda uma estratégia viável é o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio, uma saída economicamente viável que também traz inúmeros benefícios financeiros e ambientais, além de um incremento significativo de produção (HUNGRIA,2001; ZUFFO,2016).

O uso adequado da inoculação biológica de nitrogênio, feito a partir de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* beneficiam todas as áreas cultivadas com soja dentro do país e resultam em uma economia anual de US\$ 8 bilhões para o Brasil, causado pela baixa utilização de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA, 2011).

Dentre as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico as mais comuns são *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, estas infectam raízes de diversas leguminosas. Após sua infecção ocorre um processo de simbiose, onde as bactérias fornecem o N para a planta enquanto a planta fornece moléculas de carbono para a bactéria (RAVEN, 2014).

Já as bactérias do gênero *Azospirillum* apresentam considerável potencial agrícola, principalmente em gramíneas, onde apresentam mecanismos que estimulam o desenvolvimento radicular da planta e a fixação biológica. A associação dos múltiplos organismos é denominada de coinoculação.

A coinoculação de bactérias já é utilizada em países como África do Sul e Argentina. Onde observa-se um maior crescimento radicular, maior potencial de nodulação e resposta positiva na interação de bactérias diazotróficas, especialmente as do gênero *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*, no Brasil os estudos ainda se mostram incipientes (BÁRBARO et.al.2011; ZUFFO, 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação e coinoculação no rendimento da soja em uma área de alto rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em novembro de 2017, em área pertencente a fazenda Morro Alegre, situada na cidade da Lapa/PR.

A área onde foi conduzido o experimento contou nos últimos anos com as seguintes culturas: Soja, aveia preta, milho, cevada, soja e aveia branca.

A cultivar escolhida para o experimento foi a soja NS6209 da Nidera Sementes. A adubação de base seguiu a recomendação prescrita no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná (SBSC/NEPAR, 2017). Utilizou-se o formulado 00.20.20 na dosagem de



6,2 sacos por ha, ou 0 Kh/há de N, 124 kg/ha de P e K, e 12,9 sementes por metro linear plantado.

Para o tratamento fitossanitário foram utilizados: inseticida CropStar (Imidacloprido/Tiodicarbe), fungicida Protreat (Carbendazim/Tiram), enraizador Fertictyl Leg (Quelato de Molibdênio/Quelato de Cobalto), todos seguindo a recomendação do fabricante sobre quantidades e períodos de uso. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi composta de oito linhas com espaçamento de 0,5m entre linhas e 5m de comprimento. Para determinação das variáveis foi utilizada uma parcela útil, que foram as quatro linhas centrais da parcela, retirando-se 0,5m em cada uma das extremidades (1 linha), perfazendo um total de 8m² de parcela útil.

Foram avaliados sete tratamentos: 1- Sem inoculação; 2- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080); 3- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação de *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6; 4- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e inoculação foliar no estágio V30V4; 5- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 6- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e com coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 7- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4.

Com relação a produtividade: a soja atingiu o estágio R8 estando apta a colheita, a partir desta fase foram colhidas todas as plantas dentro da parcela útil, as quais foram trilhadas e determinada a massa de grãos, a partir deste valor foi estimada a produtividade de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Turkey ($\leq 0,05$). A plotagem gráfica foi realizada com o auxílio do software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados nesse experimento estão relacionados diretamente a fixação biológica de nitrogênio, e a produtividade da soja.

Com relação as avaliações de nodulação não foram encontradas diferenças estatísticas

¹Estudante de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1.155, Prado Velho CEP 80.215-901 Curitiba, Paraná. E-mail: marcianegoncalves0@gmail.com, navisco@gmail.com, jeffersonsilva844@yahoo.com.br

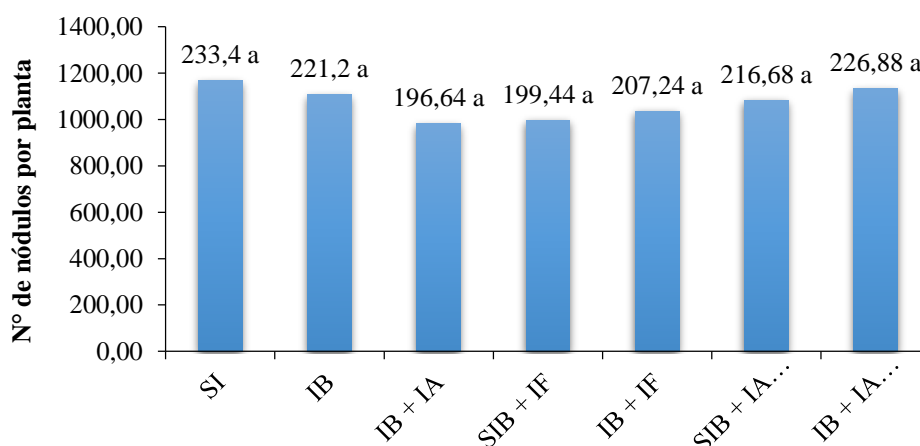
²Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: Thiago.ranzan@pucpr.br

entre os resultados obtidos.

Os dados obtidos na avaliação do estágio R1 mostram uma concentração de até 233 nódulos por planta (Figura 1), resultados que discordam com Câmara (2014), onde em dois anos agrícolas consecutivos (2000/2001 e 2001/2002) foi desenvolvido um experimento de avaliação de nodulação, onde o autor encontrou uma média de 17 nódulos por planta no estágio R1/R2. Estágio de maior nodulação segundo Câmara (2014), em função do seu crescimento e demanda nutricional.

De acordo com Hungria (2007), uma planta de soja em período de florescimento deve apresentar entre 15 e 30 nódulos para ser considerada bem nodulada. Considerando tal afirmativa, podemos observar nesse experimento que todos os tratamentos apresentam resultados muito superiores em relação a quantidade de nódulos considerados necessários para Hungria (2007), o que facilita o processo de fixação biológica de nitrogênio bem como o fluxo do mesmo para a planta.

Figura 1. Número de nódulos por planta no estágio R1.



Fonte: O autor, 2018
CV = 15,49% DMS = 337,43390

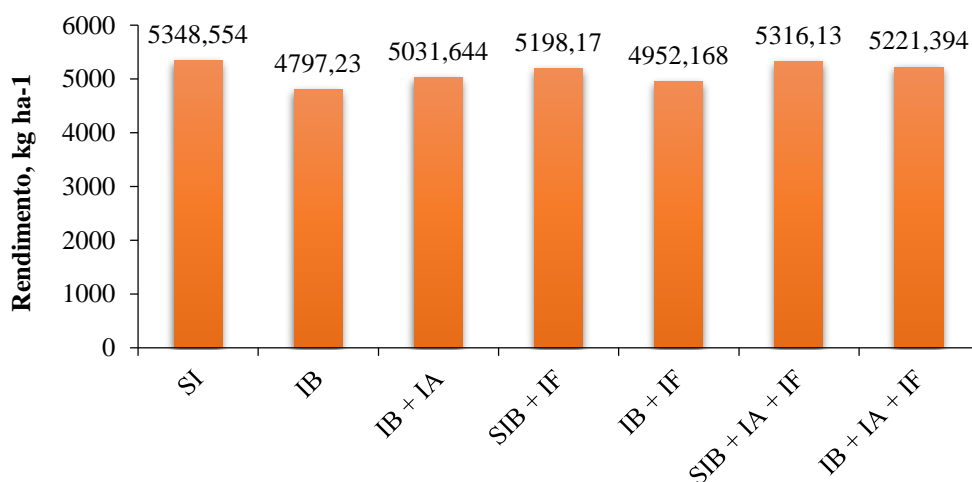
A determinação do rendimento foi realizada apenas na parcela útil (8m²), sendo estimada a produção após os grãos serem limpos e pesados com umidade de 13%.

Analisando a Figura 2 os resultados indicam que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Nota-se que a produtividade obtida no experimento é bem acima da média nacional dos sojicultores, que de acordo com a CONAB (2018) é de 3.333 kg/ha⁻¹, essas produtividades alcançadas podem estar relacionadas com as condições climáticas favoráveis que ocorreram no período.



Figura 2. Rendimento de grãos de soja em função da inoculação e coinoculação de grãos a 13% de umidade.



Fonte: O autor, 2018
CV = 8,15% DMS = 847,45520

CONCLUSÕES

O rendimento de grãos da soja não foi alterado pela inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação com *Azospirillum brasilense*.

O uso ou mesmo associação de *Azospirillum brasilense* ainda demanda de mais estudos para serem totalmente elucidados, entretanto alguns dados mostram benefícios da sua associação na inoculação, principalmente na produção e disponibilidade de N para a planta.

Não ter diferenças de produção entre os tratamentos e a testemunha provavelmente se deve ao fato da área ser destinada ao cultivo da soja sucessivamente inoculada, favorecendo a biota do solo e a fixação biológica de nitrogênio, mesmo das plantas não inoculadas. Entretanto esse fato não exclui a necessidade da inoculação da semente em áreas que visem altas produtividades.

A inoculação da semente realizada juntamente com a adição de fungicidas e inseticidas pode prejudicar o processo de nodulação, há a necessidade de reavaliar essa prática, ensaios que tragam a inoculação no sulco e na semente são necessários para avaliar a influência dos químicos na formação de nódulos.

REFERÊNCIAS

¹Estudante de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1.155, Prado Velho CEP 80.215-901 Curitiba, Paraná. E-mail: marcianegoncalves0@gmail.com, navisco@gmail.com, jeffersonsilva844@yahoo.com.br

²Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: Thiago.ranzan@pucpr.br

BÁRBARO, I. M. et. al. **Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum* juntamente com *Bradyrhizobium* em soja.** Pesquisa & Tecnologia, vol 8, n. 2, Jul-Dez 2011. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/853-resultados-preliminares-da-co-inoculacao-de-azospirillum-juntamente-com-bradyrhizobium-em-soja/file.html>> Acesso em: 18 mar. 2019.

CÂMARA, G. M. de S. **Fixação biológica de nitrogênio em soja.** Piracicaba: IPNI, Informações Agronômicas Nº 147. Set. 2014. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/\\$FILE/Page1-9-147.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/$FILE/Page1-9-147.pdf)> Acesso em: 19 mar. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas.** 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 22 mar. 2019.

HUNGRIA, M. et. al. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Embrapa Soja. Londrina, ago. 2001. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/459673/1/circTec35.pdf>> Acesso em: 29 mar. 2019.

HUNGRIA, M. et al. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja. Londrina, jun. 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/468512/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-cultura-da-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro>> Acesso em: 29 mar. 2019.

Hungria, Mariângela **Inoculação com *Azospirillum* brasiliense:** inovação em rendimento a baixo custo / Mariângela Hungria. – Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.325). Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.pdf>> Acesso em: 29 mar. 2019.

RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal.** 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 837 p.

ZUFFO, A. M. **Aplicações de *Azospirillum* brasiliense na cultura da soja.** 2016. 101 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras: UFLA, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11125/1/TESE_Aplica%C3%A7%C3%B5es%20de%20Azospirillum%20brasiliense%20na%20cultura%20da%20soja.pdf> Acesso em: 23 mar. 2019.