

Modos de aplicação de inoculantes na cultura da soja

Ayrton Antônio Salvetti^{1*}; Luiz Antônio Zanão Júnior¹

¹ Centro Universitário Assis Gurgacz, colegiado de agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*} ayrtonsalveti@outlook.com

Resumo: O experimento foi realizado em uma propriedade rural na cidade de Ubitatã na safra 2018, tendo ênfase principal na cultura da soja safrinha. O objetivo desse trabalho foi avaliar modos de aplicação de inoculantes de *Bradyrhizobium* nas doses de 16 mL ha⁻¹ e *Azospirillum* com 5 mL ha⁻¹ na soja, utilizando por meio de aplicação no sulco de cobertura, e por pulverização foliar. O delineamento utilizado foi os blocos casualizados (DBC) totalizando 20 parcelas, que eram constituídas por 6 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, fazendo-se o uso da cultivar BS 2606 IPRO. Os tratamentos utilizados foram: T1- *Bradyrhizobium* mais foliar com *Bradyrhizobium*, T2- *Bradyrhizobium* via foliar, T3- *Bradyrhizobium* no sulco, T4- *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco, T5- Testemunha. Após 35 dias de germinação, a planta se encontrava no estágio de desenvolvimento R1 (início da floração) foi feita a dosagem de 300 mL ha⁻¹, a qual é recomendada na aplicação da bactéria *Bradyrhizobium*. Foram avaliadas a quantidade de vagens por planta, produtividade e massa de mil grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %. Os modos de aplicação dos inoculantes *Bradyrhizobium*, nas doses de 16 mL ha⁻¹ e *Azospirillum* de 5 mL ha⁻¹ na soja, por meio de aplicação no sulco de cobertura ou pulverização foliar não influenciaram a produção de vagens por planta, produtividade e massa de mil grãos da soja.

Palavras-chave: Produtividade, nitrogênio, glycine Max.

Modes of application of inoculants in the soybean crop

Abstract: The experiment was carried out in a rural property in the city of Ubitatã in the 2018 harvest, with a major emphasis on the soybean crop. The objective of this work was to evaluate the methods of application of *Bradyrhizobium* inoculants in the doses of 16 mL ha⁻¹ and *Azospirillum* with 5 mL ha⁻¹ in the soybean, using by application in the cover groove and by foliar spraying. The experimental design was a randomized complete block (DBC) of 20 plots, which consisted of 6 lines of 5 m in length, with a spacing of 0.45 m between rows, using the cultivar BS 2606 IPRO. The treatments used were: T1- *Bradyrhizobium* plus leaf with *Bradyrhizobium*, T2- *Bradyrhizobium* via leaf, T3- *Bradyrhizobium* in the furrow, T4- *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in the furrow, T5- Control. After 35 days of germination, the plant was at the stage of development R1 (beginning of flowering) was done the dosage of 300 mL ha⁻¹, which is recommended in the application of the bacterium *Bradyrhizobium*. The number of pods per plant, yield and mass of one thousand grains were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5%. The methods of application of the *Bradyrhizobium* inoculants at 16 mL ha⁻¹ and *Azospirillum* of 5 mL ha⁻¹ in soybean, by application in the cover groove or foliar spraying did not influence the production of pods per plant, productivity and mass of one thousand grains of soybeans.

Key words: Productivity, nitrogen, glycine max

Introdução

Um dos fatores mais importante para que a soja obtenha altas produtividades é a fertilidade do solo. Ela apresenta grande influencia no desenvolvimento dessa cultura. Entre as características que devem ser levadas em consideração são os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo. Como a estrutura do solo, a capacidade de disponibilização de nutrientes e presença de elementos tóxicos (STEVENSON, 1982).

Os nutrientes que são mais absorvidos pela cultura da soja são os N, P, K, Ca, Mg, e S, que são classificados como macronutrientes. Cada um tem sua função específica no metabolismo da planta. O mais requerido é o nitrogênio (N). Absorvido em maior quantidade por quase todos os vegetais. As principais funções do N são sua composição da molécula da clorofila e dos aminoácidos (EPSTEIN e BLOOM, 2005).

O N pode ser aportado no solo de diversas formas. A maior quantidade disponível de N no solo está presente na matéria orgânica. Além disso, o N pode associar-se no mecanismo solo-planta através de deposição atmosférica (descargas elétricas), fertilizantes orgânicos e químicos e fixação biológica de N.

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um procedimento fundamental para a transformação do nitrogênio. A transformação do N em amônia é realizado através de microrganismos que obtém a enzima nitrogenase, para que dessa maneira a planta possa absorver (FILOSO *et al.*, 2006).

A FBN pode ocorrer através da fixação simbiótica e da não simbiótica. No caso da simbiótica ocorre uma simbiose entre bactéria do gênero *Rhizobium* e leguminosas, como o caso da soja, formando nódulos nas raízes dessas plantas. Já a FBN assimbiótica ocorre através de microrganismos de vida livre no solo, sem ocorrência de nódulos ou associações com plantas. A mais popular dessa categoria é a bactéria *Azospirillum brasilense* (GRAHAM, 2000).

A FBN devido aos rizóbios na cultura da soja é capaz de suprir toda a necessidade de N na cultura, substituindo totalmente os fertilizantes nitrogenados, resultando em uma redução significativa no custo de produção dessa oleaginosa (HINGRIA *et al.*, 2006).

Na FBN a soja absorve grande quantidade de N na forma de íons NH_4^+ , e com essa prática, é incorporado diretamente na produção de aminoácidos (MOSIER e GALLOWAY, 2005).

Para a soja ter uma produtividade média de 3000 kg ha⁻¹ necessita aproximadamente 250 kg de N. Dessa necessidade, ela obtém de 25 a 35 % do solo e o restante vem da FBN de sua associação com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Atualmente tem sido utilizado na soja processo chamado de co-inoculação, que seria a inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum* (FBN simbiótica) e *Azospirillum brasilense* (FBN assimbiótica). Além disso, a forma de aplicação do inoculante, tradicionalmente no tratamento de sementes, também tem sido revista (BODDEY e DOBEREINER, 1988).

A aplicação no sulco de semeadura via pulverização tem sido uma estratégia utilizada. Nesse caso, as bactérias não entram diretamente em contato com produtos químicos utilizados no tratamento de sementes como fungicidas, inseticidas e fertilizantes. As bactérias são muito sensíveis, podendo ocorrer perdas por mortalidade se o inoculante for aplicado no tratamento de sementes (CAMPO e HUNGRIA, 2000).

Assim, o objetivo desse trabalho é avaliar a produtividade de mil grãos e número de vagens da soja em função da co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em diferentes formas de aplicação dos inoculantes.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na área rural na cidade de Ubitatã Paraná, com a localização latitude -24.559358 e longitude -53.002838. Com clima predominante subtropical com altitude de 508 m acima do mar. O solo é classificado como Latossolo vermelho distroferico.

Nesse trabalho foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos, e quatro repetições a por tratamento, totalizando 20 unidades experimentais, no qual o tamanho é de 2,7 m de largura por 5 m de comprimento, Foi utilizado a cultivar BS 2606 IPRO. Nos quais os tratamentos foram compostos pela seguinte forma: T1- *Bradyrhizobium* mais foliar com *Azospirillum*, T2- *Bradyrhizobium* via foliar, T3- *Bradyrhizobium* no sulco, T4- *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco e T5- Testemunha.

A cultivar antecessora era o milheto, o qual foi plantado no dia 7 de outubro de 2017, usando 250 kg ha⁻¹ de adubo Superfosfato Simples na linha de plantio, também feitos os cuidados recomendados para a cultura, a dessecação foi realizada 10 dias antes do plantio da soja safrinha.

A soja foi implantada a soja no dia 5 de janeiro de 2018, e germinou dia 10, onde foi utilizada adubação de 450 kg ha⁻¹ na linha de plantio com superfosfato simples, com uma densidade de 18 sementes por metro linear.

Após 35 dias de germinação, a planta se encontrava no estágio de desenvolvimento R1 (início da floração) foi feito a dosagem de 300 mL ha⁻¹, a qual é recomendada na aplicação da bactéria *Bradyrhizobium* via foliar, foram feito todos os procedimentos para o controle de ervas daninhas, pragas e doenças recomendado para a cultura da soja.

Foi feita a contagem de vagens por planta, onde eram coletadas plantas aleatórias e verificadas o numero de vagens, e depois feito uma média para saber o número de vagens por planta.

Para colheita foi utilizado a maquina trilhadora de cereais que vai acoplada no trator, onde foram coletadas as duas fileiras do meio de cada parcela, foram colhidas separadamente e colocadas em sacos plásticos com a identificação para cada tratamento.

Depois de colhido cada parcela foi feita a limpeza, tirando as impurezas para poder fazer a pesagem e determinar a produtividade, onde foi utilizada à balança digital.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxilio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Em relação aos modos de aplicação do *Bradyrhizobium* e coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco, verifica-se que não houve diferença estatística significativa a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey para as variáveis, produção de vagens por planta, produtividade e massa de mil grãos, quando comparadas com a testemunha, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Produção de vagens por planta, produtividade e massa de mil grãos de soja (BS 2606 IPRO) em respostas aos diferentes tratamentos testados. Ubitatã - PR, 2018.

Tratamentos	Vagens/planta	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)
T1	27,5	2760	141
T2	25,0	2673	138
T3	28,7	2718	136
T4	26,5	2631	136
T5	27,0	2702	138
CV%	3,86	6,37	3,28

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5 % pelo teste de Tukey. T1- *Bradyrhizobium* mais foliar com *Bradyrhizobium*, T2- *Bradyrhizobium* via foliar, T3- *Bradyrhizobium* no sulco, T4- *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco, T5- Testemunha.

Bárbaro *et al.* (2009), afirmam que o inoculante com *Bradyrhizobium*, atua entre rizóbios e leguminosas proporcionando maior produtividade na soja. Porém, Campo e Hungria (2000), constataram que os fungicidas e inseticidas testados em seus experimentos, tiveram uma redução de no mínimo de 20 % no número de células nos tratamentos com inoculação nas sementes, podendo ultrapassar 60 % de mortalidade das bactérias fixadoras de nitrogênio.

A quantidade de vagens por planta não diferiu entre os tratamentos e foi em média de 27 (Tabela 1). No entanto, Correia (2015), obteve resultados diferentes aos descritos neste trabalho. Em seu experimento conduzido na safra 2015, analisou a semeadura em sistema de plantio direto (área A) e sistema convencional (área B) com a utilização de inoculantes via semente e sulco de plantio. Nas duas áreas, o número de vagens foi maior quando a inoculação foi via sulco de semeadura, tendo um ganho médio de 15 % em relação à inoculação via semente.

Com relação à produtividade, também não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos avaliados, com médias de 2631 a 2760 kg ha⁻¹ de grãos (Tabela 1). Essa médias foram menores em relação à médias de produtividade da soja no Paraná (CONAB 2016), porque trata-se de soja safrinha, semeada mais tarde, em condições menos adequadas de desenvolvimento da cultura. Em um estudo realizado por Zilli *et al.* (2010), que teve por objetivo avaliar a inoculação via sulco como uma alternativa a inoculação via semente, verificou-se aumento de 20 % na produtividade quando inoculando via sulco.

Referente a massa de mil grãos, também não houve efeito dos tratamento avaliados e variou de 136 a 141 g (Tabela 1). Vieira Neto *et al.* (2008) verificaram que após vários anos de cultivo com soja, a melhor nodulação ocorreu com aplicação de inoculante no sulco de semeadura. Segundo Campo, Hungria e Mendes (2015) o uso desse método tem a vantagem de reduzir os efeitos tóxicos do tratamento de sementes com fungicidas e da aplicação de micronutrientes sobre a bactéria. No entanto, no presente trabalho não houve diferença significativa.

Segundo Fagan (2007), a utilização das duas bactérias anualmente com a associação proporciona uma melhoria na fixação do nitrogênio pela planta pelo meio da simbiose através dos rizóbios, obtendo um aumento de produtividade. Isso, no entanto, não ocorreu no presente trabalho provavelmente pelo cultivo da soja em época não totalmente adequada e pela alta fertilidade do solo em que o experimento foi conduzido.

Conclusão

Os modos de aplicação dos inoculantes *Bradyrhizobium*, nas doses de 16 mL ha⁻¹ e *Azospirillum* de 5 mL ha⁻¹ na soja, por meio de aplicação no sulco de cobertura ou pulverização foliar não influenciaram a produção de vagens por planta, produtividade e massa de mil grãos da soja.

Referências

- BÁRBARO, I. M.; MACHADO, C. P.; JUNIOR, B. S. L.; TICELLI, M.; MIGUEL, B. F.; SILVA, A. A. J. Produtividade da soja em resposta á inoculação padrão e coinoculação. **Colloquium agrariae**, v.5, n.1, p. 1-7, 2009.
- CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M. **Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja**. Circular técnica, n.26, 32 p. Londrina: Embrapa Soja, 2000.
- CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. C. **Métodos de inoculação**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_73_271020069133.html. Acesso em 20 de junho de 2018.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra brasileira de Grãos 2016/17. **Primeiro levantamento, outubro 2016**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 28 maio 2018.
- CORREIA, T. P. S. **Eficiência operacional, econômica e agrônômica da inoculação de soja via sulco de semeadura**. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, São Paulo, 2015.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspective**. 2. ed. Sunderland, Sinauer Associates, 2005.
- FAGAN, E. B. Fisiologia da fixação biológica de nitrogênio em soja – revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007.
- FILOSO, S.; MARTINELLI, L.A.; HOWARTH, R.W.; BOYER, E.W.; DENTENER, F. Human activities changing the nitrogen cycle in Brazil. **Biogeochemistry**, v. 79, p. 61-89, 2006.
- GRAHAM, P.H. Dinitrogen fixation. In: SUMNER, M.E., ed. **Handbook of soil Science**. Boca Raton, CRC Press, 2000.
- MOREIRA, F.M. S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002.
- MOSIER, A.; GALLOWAY, J. Setting the scene – The international nitrogen initiative. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. **Proceedings**. Paris, international Fertilizer Industry Association, 2005. CD-ROM.

STEVENSON, F.J. Origin and distribution of nitrogen in soil. In: STEVENSON, F.J.; BREMNER, J.M.; HAUCK, R.D.; KEENEY, D.R., eds. Nitrogen in agricultural soils. Madison, **American Society of Agronomy**, 1982.

VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, R. F.; MENEZES, E. C. C.; MENEZES, S. F. J.; SILVA, G. A.; SILVA, P. G.; ASSIS, L. R. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 861-870, 2008.

ZILLI, J. E.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, G.; ROUWS, J. R C.; HUNGRIA, M. Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente á inoculação de sementes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 1875-1881, 2010.