

Influência da coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no desenvolvimento inicial da soja

Eduardo Leobet Boschetti¹ e Ana Paula Moraes Mourão Simonetti²

¹ Acadêmico do curso de Agronomia, do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. duboschetti@hotmail.com

² Engenheira Agrônoma. Doutora e Coordenadora do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR.

Resumo: A busca por maior produtividade na soja (*Glycine max*) é constante, por ser a espécie vegetal de maior importância social e econômica para o Brasil, e a principal oleaginosa cultivada no mundo, com isso o uso de coinoculação para fixação biológica de nitrogênio vem sendo uma tecnologia indispensável para atingir alta produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no desenvolvimento inicial da soja. Os testes foram realizados em agosto de 2018, a primeira etapa no laboratório, em câmara climatizada tipo BOD e a segunda etapa em estufa, na Fazenda Escola FAG. O experimento foi montado em DIC com 5 tratamentos e 6 repetições em ambas etapas, sendo os 5 tratamentos: T1 - testemunha (sem coinoculação), T2 - 50% da dose comercial de coinoculação, T3 - 100% da dose recomendada pela empresa fabricante do produto, T4 - dose comercial mais 50% de coinoculação, T5 - dose comercial mais 100%. Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de germinação (%), comprimento da plântula (cm), comprimento radicular (cm), comprimento parte aérea e massa fresca da plântula (g). Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias ajustadas a regressão a 5% de significância, com auxílio do programa Assistat. Conclui-se que a coinoculação pode afetar o desenvolvimento inicial da soja, sendo as doses de 50% e 100% da dose comercial as mais indicadas por proporcionarem um melhor desenvolvimento das plantas de soja nos parâmetros germinação ao 5º dia, comprimento e massa das plantas.

Palavras-chave: nitrogênio, produtividade, *Glycine max*

Influence of coadjulation of *bradyrhizobium* and *azospirillum* on early soybean development

Abstract: The search for greater productivity in soybean (*Glycine max*) is constant, since it is the plant species of greater social and economic importance for Brazil, and the main oleaginous crop in the world, with this the use of co-inoculation for biological nitrogen fixation is an indispensable technology for achieve high productivity. The objective of this work is to evaluate the influence of *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* coinoculation on soybean initial development. The tests were carried out in August 2018, the first stage in the laboratory, in an air conditioned chamber type BOD and the second stage in greenhouse, in Fazenda Escola FAG. The experiment was set up in DIC with 5 treatments and 6 replicates in both stages, with the 5 treatments: T1 - control (without co - inoculation), T2 - 50% of the commercial co - inoculation dose, T3 - 100% of the dose recommended by the manufacturer product, T4 - commercial dose plus 50% coinoculation, T5 commercial dose plus 100%. The parameters evaluated were: germination percentage (%), seedling length (cm), root length (cm), shoot length and fresh seedling mass (g). The results were submitted to analysis of variance, and the means adjusted to regression to 5% of significance, with the aid of the Assistat program. It is concluded that the co-inoculation can affect the initial development of the soybean, the doses of 50% and 100% of the commercial dose being the most indicated because they provide a better development of the soybean plants in the parameters germination at the 5th day, length and mass of the plants .

Key words: nitrogen, productivity, *Glycine max*

Introdução

A produção de soja (*Glycine max*) é uma das atividades agrícolas que possui um grande destaque mundialmente, sendo o quarto grão mais produzido e consumido do mundo, atrás do milho, trigo e arroz. Tendo grande importância no mercado mundial, ela possui um alto teor de óleo (20%) e um elevado teor de proteína (40%) de excelente qualidade, sendo usada para diversos fins, como alimentação humana, produção de biocombustíveis, óleo e alimentação animal. O seu cultivo é bastante automatizado e totalmente mecanizado (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014).

A produção de soja no Brasil, segundo a CONAB (2017) foi de 114 milhões de toneladas, se tornando o grão de maior produção no país, com uma área plantada de 33,91 milhões de hectares no ano de 2017, sendo a oleaginosa com a maior área cultivada, equivalente a 56 % de toda área semeada.

Mesmo com o sucesso da fixação biológica de nitrogênio (FBN) na cultura da soja, ainda é necessário realizar estudos com outras cultivares de alto potencial produtivo, porém os resultados da fixação biológica de nitrogênio (FBN) podem ser reduzidos devido a períodos de seca, mudanças climáticas, altas temperaturas e por algum tipo de produto químico presente no tratamento de sementes (HUNGRIA, NOGUEIRA e ARAUJO, 2013).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN), ocorre nos nódulos das raízes, onde as bactérias se estabelecem e retiram o nitrogênio do ar, transformando em nitrogênio amoniacal, que este é fornecido para a planta. A estimativa de que para 1.000 kg de grãos de soja seja necessário 80kg de N, que pode ser fornecido totalmente pela fixação biológica (NOGUEIRA e HUNGRIA, 2014).

Segundo Alves, Boddey e Urquiaga (2003), o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio é uma tecnologia indispensável para a cultura da soja no Brasil, a inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* possibilita uma maior produção de grãos na cultura, não sendo necessário a aplicação de nitrogênio mineral.

Em estudos realizados por Ferlini (2006), a coinoculação de soja usando dois tipos de bactérias do gênero *Rhizobium* e *Azospirillum* resultaram em um maior crescimento radicular e um aumento de nodulação na raiz gerando uma maior absorção de água e nutrientes, além de um aumento na velocidade de emergência nas plantas especialmente as tratadas com *Azospirillum*, resultando em maior produtividade.

Entretanto, Zuffo *et al* (2014), afirmam que a inoculação com *Bradyrhizobium* resultou em um melhor desenvolvimento morfofisiológico e uma maior nodulação na soja.

Já Ferreira *et al* (2016) afirmam que com a inoculação de sementes, há uma melhora no percentual de nitrogênio da parte aérea da planta, com isso aumentando o peso de grãos da semente de soja, não sendo recomendada adubação nitrogenada na cultura da soja, no entanto a adubação nitrogenada aplicada no estágio reprodutivo eleva a massa de grãos e a porcentagem de nitrogênio na parte aérea.

A busca por produtividade na cultura da soja é constante e a inoculação vem sendo um aliado eficiente para incrementar índices produtivos. Com isso se busca métodos mais eficientes para a inoculação usando diferentes tipos de produtos inoculantes para a semente de soja.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no desenvolvimento inicial da soja.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em duas etapas, uma no Laboratório de Sementes e a outra em Casa de Vegetação, ambos localizados no Centro Universitário FAG, em Cascavel, no Paraná, nos meses de agosto e setembro de 2018.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 6 repetições, totalizando 30 parcelas experimentais. O produto utilizado tem recomendação de dose comercial recomendada de 100 mL de *Bradyrhizobium* para 50kg de semente de soja, e de 100 mL de *Azospirillum* para 60.000 mil sementes. Os tratamentos foram: T1-testemunha; T2 – 50% da dose comercial. T3 –100% dose comercial. T4 – dose comercial mais 50% . T5 – dose comercial mais 100%. A etapa no laboratório foi realizada na câmara climatizada tipo BOD, com ambiente controlado de 25°C e 12h L.

No laboratório de sementes com o auxílio de uma proveta volumétrica e um becker, foram misturados os dois tipos de bactérias, conforme o tratamento de cada uma, após a inoculação das sementes utilizando um saco de papel e um dosador, os tratamentos foram separados em parcelas de 25 sementes cada e alocadas em caixas gerbox forradas com duas folhas de papel germitest e umedecidos com 7mL de água destilada durante 8 dias, colocados aleatoriamente na BOD, sendo a primeira avaliação no 5º dia, e a segunda no 8º dia, seguindo os critérios das Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

No 5º dia foi avaliado apenas a porcentagem (%) de sementes germinadas e mortas, e no 8º dia foram avaliados a porcentagem de sementes germinadas (%), porcentagem de plântulas normais (%), porcentagem de plântulas anormais (%), massa fresca da plântula (g) com o auxílio de uma balança de precisão, e comprimento da plântula (cm) com o auxílio de um paquímetro.

A segunda etapa foi realizada na casa de vegetação utilizando 30 vasos com 10 plântulas em cada, sendo coinoculadas no momento da semeadura, com auxílio de dosador. No 30º dia foram avaliados os seguintes parâmetros: o comprimento radicular (cm), comprimento parte aérea (cm) com auxílio de uma trena, e massa fresca da planta (g) com auxílio de uma balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias ajustadas a regressão a 5% de significância, com auxílio do programa ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

A Tabela 1 demonstra os parâmetros porcentagem de sementes germinadas, plântulas normais e anormais, em condições de laboratório. O coeficiente de variação (CV) para sementes germinadas foi de 5,94% (5º dia) e de 3,33% (8º dia) considerados baixos segundo Pimentel Gomes (1985) por ser inferior a 10%, indicando uma maior homogeneidade dos dados e maior precisão.

Tabela 1- Regressão linear na análise de variância para porcentagem de sementes germinadas no 5º e 8º dia, plântulas normais, plântulas anormais, em função das diferentes doses de coinoculação, em condições de laboratório.

Parâmetros	Sementes germinadas 5º dia (%)	Sementes germinadas 8º dia (%)	Plântulas normais (%)	Plântulas anormais (%)
F	28,43	2,99	10,39	12,03
C.V. (%)	5,94	3,33	22,94	36,66
R.Q	*	ns	*	*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade C.V = Coeficiente de variação; ns: não significativo

Não houve diferença significativa na porcentagem de plântulas normais e plântulas anormais conforme os diferentes tratamentos e a testemunha.

De acordo com a primeira etapa no 5º dia conforme a figura 1a, pode-se perceber que os tratamentos com 50% da dose comercial (T2 98,67%) e com 100% da dose comercial (T3 97,33%) apresentaram maiores porcentagens de sementes germinadas. Já no 8º dia (Figura

1b) nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, apesar de uma tendência a maiores valores na porcentagem de sementes tratadas, em relação a testemunha. Esses dados corroboram com Battisti e Simonetti (2014), que ao realizarem estudos com diferentes doses de coinoculação de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* em sementes de soja, não observaram diferenças significativas na emergência das sementes no 8º e 15º dias.

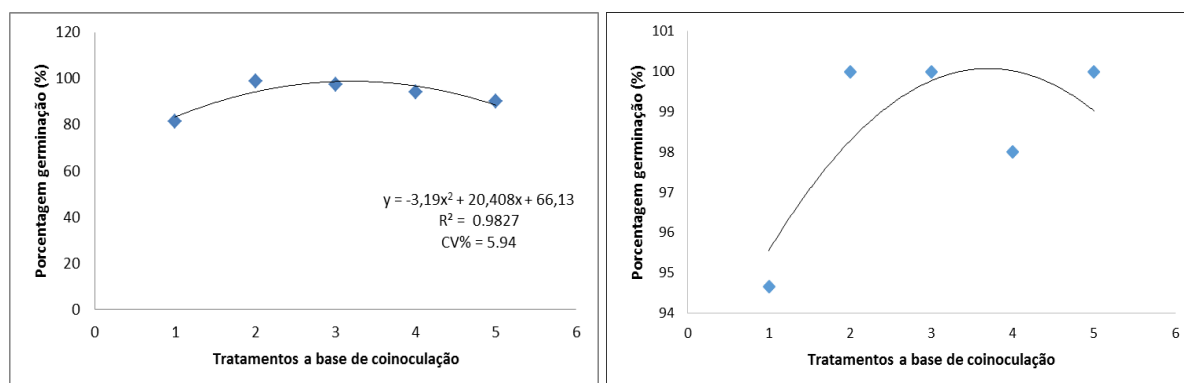


Figura 1 – Porcentagem de sementes germinadas no 5º dia após coinoculação (1a) e porcentagem de sementes germinadas no 8º dia após coinoculação (1b) conforme os diferentes tipos de dosagens de coinoculação.

Segundo resultados encontrados em estudos de Ferlini (2006), a velocidade de germinação das plantas de soja coinoculadas é maior, com ganho de até 2 dias comparando com a testemunha, e gerando também um aumento do tamanho radicular, especialmente nas sementes tratadas com *Azospirillum*.

No 8º dia foram avaliados os parâmetros de comprimento da plântula e a massa de 10 plântulas em gramas, dando resultados significativos comparando com a testemunha sem coinoculação, sendo 50% da dose recomendada pelo fabricante (T2), e 100% (T3) as dosagens que proporcionaram um maior desenvolvimento das plantas de soja.

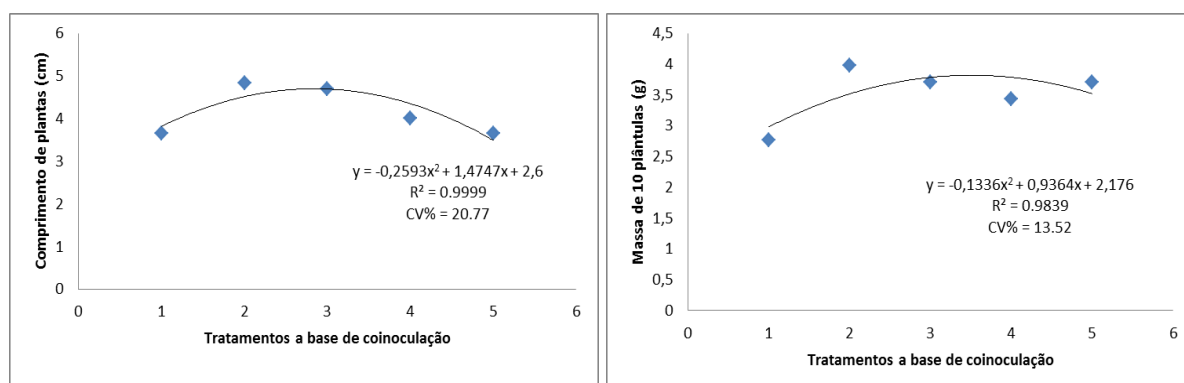


Figura 2 – Comprimento de plântulas no 8º dia (2a), e massa em gramas das plântulas no 8º dia (2b), conforme as diferentes dosagens de coinoculação.

Estes resultados concordam com Bulegon *et al* (2014); que avaliaram a altura de plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* para a cultivar TURBO, onde comprovaram que a atividade hormonal desses organismos é positiva para o maior crescimento radicular e da parte aérea, proporcionando também um maior diâmetro e maior massa seca da parte aérea, dependendo do cultivar avaliada.

Os resultados da segunda etapa, em casa de vegetação foram semelhantes aos resultados da primeira etapa, o comprimento da parte radicular e aérea mostraram que mesmo mudando o ambiente, 50% (T2) da dose comercial e 100% (T3) foram suficientes para um maior ganho de comprimento.

Observando as Figuras 3a e 3b, que ajustaram-se a regressão quadrática, com R^2 : 0,933 e 0,998 respectivamente, nota-se ainda que dosagens mais altas que as indicadas pelo fabricante indicaram efeitos negativos, diminuindo o comprimento das plantas.

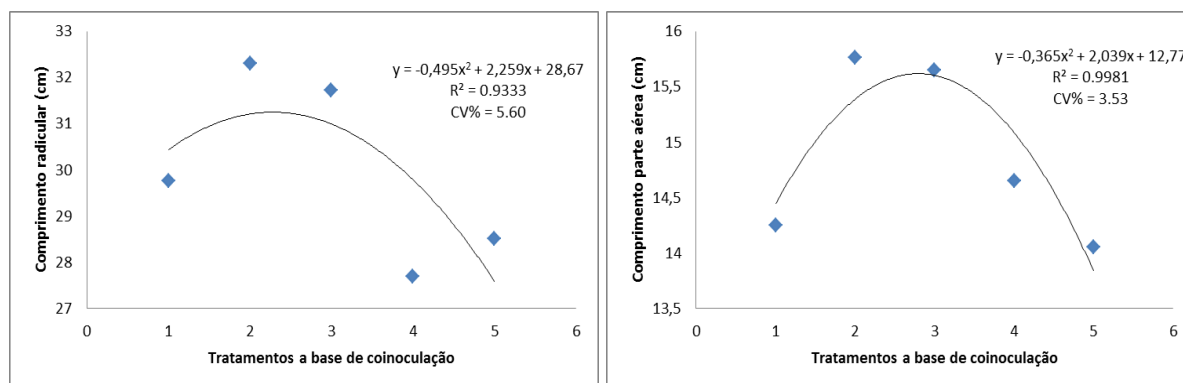


Figura 3 – comprimento radicular de plântulas no 30 dia (3a), e comprimento parte aérea da plântula no 30 dia, conforme diferentes dosagens de coinoculação.

Os dados desse experimento concordam com os encontrados por Chibeba *et al*, (2013) quando resultados de seus estudos com plantas de soja demonstraram que as coinoculadas tiveram um crescimento maior devido a liberação hormonal gerada pelas duas bactérias associadas, gerando uma maior disponibilidade de N devido a maior fixação biológica, promovendo também maior nodulação e aumento no número de pelos radiculares.

Observando a Figura 4, nota-se que após 30 dias em estufa as plântulas apresentaram a média de massas de plântulas semelhantes entre si (T02 = 21,13g; T03 = 23,40g; T04 = 20,75g e T5 = 22,50g), mas superiores a testemunha (16,8 g) sendo a dose comercial recomendada a mais positiva, como demonstrada o ajuste a regressão quadrática que tem como ponto máximo o T3, com o $R^2 = 0,92$.

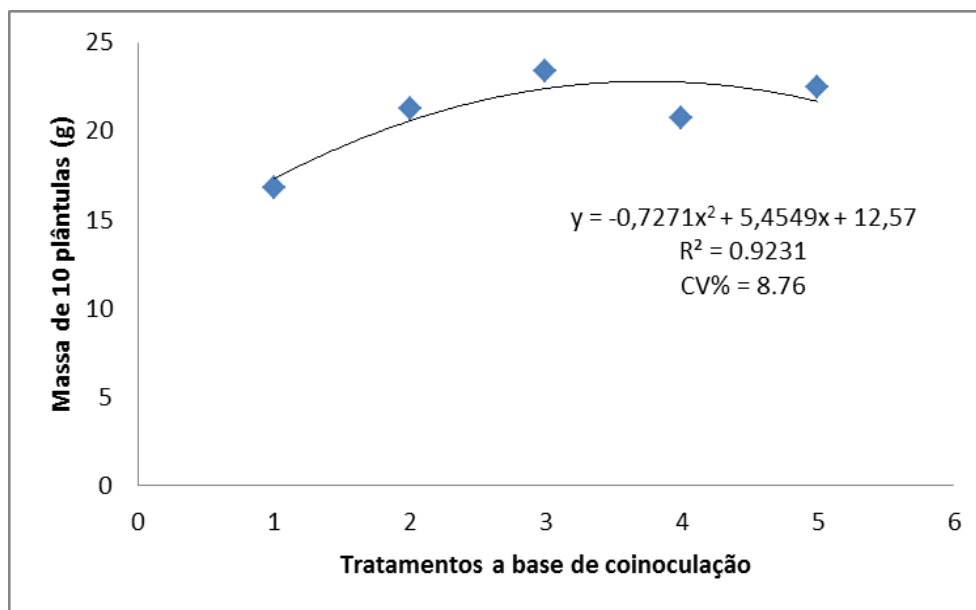


Figura 4 – Massa fresca (g) de plantas de soja com 30 dias, submetidas a diferentes dosagens de coinoculação.

Segundo Gitti (2016), a coinoculação utilizando os dois tipos de bactérias apresentou valores maiores de massa de raízes por plantas, assim contribuindo para um maior número de nódulos e maior produtividade devido a maior extração de nitrogênio, constatando que a coinoculação de sementes proporciona maior produção, aumentando o sistema radicular e o número de nódulos fixadores de nitrogênio por planta.

Conclusões

A coinoculação pode melhorar o desenvolvimento inicial da soja, sendo as doses de 50% e 100% da dose comercial as mais indicadas por proporcionarem um melhor desenvolvimento das plantas de soja nos parâmetros germinação ao 5º dia, comprimento e massa das plantas.

Referências

- ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v.252, p.1-9, 2003.
- BATTISTI, A.; SIMONETTI, A.P.M.M. **Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja**. Cascavel, 2014.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- BULEGON, L. G.; KLEIN, J.; RAMPIM, L.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; KESTRING, D. Desenvolvimento inicial de plântulas de soja inoculadas e Co-inoculadas

com *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.1, p.26-37, 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra brasileira de Grãos 2016/17**. Décimo segundo levantamento, Setembro 2017. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/graos>> Acesso em: 13 maio 2018.

CHIBEBA, A.M; GUIMARÃES, M.F; BRITO, O.R; ARAÚJO, R.S; NOGUEIRA, M.A; HUNGRIA, M. **Inoculação de soja com *bradyrhizobium* e *azospirillum* promove nodulação precoce**. Londrina-PR, 2013.

FERLINI, H. A. Co-Inoculación en Soja (*Glicyne max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. **Artículos Técnicos – Agricultura**. 2006. Disponível em:< <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/co-inoculacion-en-soja-t26446.htm>> Acesso: 02 maio 2018.

FERREIRA, M.M; FULANETI, F.S; CARVALHO, P.L.R; MENEZES, H.M; BEUTLER A.N. **Eficiência do inoculante e necessidade de aplicação de uréia em soja em solos de várzea**. Itaquí-RS, 2016.

GITTI, D. C. **Inoculação e Coinoculação na Cultura da Soja**. Maracaju, 2016.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTO, J.J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina-PR: Embrapa soja, 2014. 70p.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Tecnologia de Coinoculação da Soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. **Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina-PR, 2013.

NOGUEIRA, M.A; HUNGRIA, M. **Fixação biológica de nitrogênio**. Londrina, 2014.

PIMENTEL-GOMES, **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba, SP, 1985.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

ZUFFO, A.M; REZENDE, P.M; BRUZI, A.T; OLIVEIRA, N.T; SOARES, I.O, NETO, G.F.G; CARDILLO, B.E.S; SILVA, L.O. **Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja**. Lavras, MG, 2014.