

INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE SOJA

RUY MASSAMI ABE^{1*}; CARLOS ABANTO-RODRIGUEZ²; SONICLEY DA SILVA MAIA³; ELTON DA SILVA DIAS⁴; JOÃO LUIZ LOPES MONTEIRO NETO⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Boa Vista-RR, ruiabe57@hotmail.com;

²Msc. Pesquisador, IIAP, Ucayali-Perú, Doutorando REDE-BIONORTE, cabanto@iiap.org.pe;

³Mestrando em Agronomia, POSAGRO/UFRR, Boa Vista-RR, sony_maia@hotmail.com;

⁴Graduando em Agronomia, FARES, Boa Vista-RR, elton.diasbv@hotmail.com;

⁵Doutorando em Agronomia, Prof. Substituto, UFRR, Boa Vista-RR, joao.monteiro.neto@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a influência de dois inoculantes comerciais aplicados em diferentes doses no desenvolvimento inicial de plantas de soja (*Glycine max* L.), um experimento foi instalado na área experimental da Faculdade Roraimense de Ensino Superior durante os meses de junho a agosto de 2017. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 proveniente de dois produtos comerciais (Simbiose® e Biomax®) e cinco doses de cada inoculante (0, 3, 6, 9 e 12 mL.kg⁻¹ de semente), com cinco repetições distribuídas em vasos de polietileno de cinco litros. Aos 40 dias após a semeadura foram avaliadas as variáveis: altura de planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento de raiz (CR), biomassa da planta e número de nódulos (NN). Foi observado efeito significativo da interação para a AP, NF, CR e NN. Para o DC houve efeito isolado das doses do inoculante. Não foi observado diferenças estatísticas para as variáveis de biomassa das plantas. As variáveis fitotécnicas das plantas de soja, exceto a biomassa, foram diretamente influenciadas pelas doses e pelos inoculantes comerciais avaliados. O Simbiose® foi o produto que mais promoveu o aumento nos valores das variáveis que apresentaram efeito da interação, principalmente no NF e no NN, indicando ser eficiente no desenvolvimento das plantas de soja quando utilizado nas maiores doses aqui testadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L., inoculante, número de nódulos.

GROWTH OF SOYBEAN PLANTS IN THE FUNCTION OF INICULATION OF *Bradyrhizobium japonicum* THROUGH SEED

ABSTRACT: In order to evaluate the influence of two commercial inoculants applied in different doses in the initial development of soybean plants (*Glycine max* L.), an experiment was installed in the experimental area of the Faculdade Roraimense de Ensino Superior during the months of June to August. 2017. The experimental design was completely randomized in a 2x5 factorial scheme from two commercial products (Simbiose® and Biomax®) and five doses of each inoculant (0, 3, 6, 9 and 12 mL.kg⁻¹ of seed), with five replicates distributed in five-liter polyethylene vessels. At 40 days after sowing, the following variables were evaluated: plant height (PH), number of leaves (NL), stem diameter (SD), root length (RL), plant biomass and number of nodules (NN). A significant interaction effect was observed for AP, NF, CR and NN. For CD there was an isolated effect of inoculant doses. No statistical differences were observed for the biomass variables of the plants. The phytotechnical variables of soybean plants, except biomass, were directly influenced by the commercial inoculants and doses evaluated. Simbiose® was the product that most promoted the increase in the values of the variables that showed interaction effect, mainly in NF and NN, indicating to be efficient in the development of the soybean plants when used in the larger doses tested here.

KEYWORDS: *Glycine max* L., inoculant, number of nodules.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é considerada a principal cultura comercial em várias regiões do Brasil, sendo diretamente responsável pela sustentação da economia do país. Atualmente, está difundida em todas as regiões brasileiras, obtendo safras recordes a cada ano em detrimento do aumento de tecnologias inseridas no campo que conferem melhor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, maior produtividade.

No processo de produção da cultura, o nitrogênio é um importante componente químico do solo, que pode ser obtido de várias formas, como: a partir da decomposição de matéria orgânica, pela incorporação de fertilizantes nitrogenado no solo e pela associação simbiótica com determinadas espécies de bactérias através da fixação biológica de nitrogênio atmosférico (CAMPOS, 1999). Vale salientar que com os avanços das pesquisas ligadas a fixação biológica de nitrogênio, atualmente não são mais recomendadas as aplicações de fertilizantes nitrogenados para a cultura da soja em função da eficiência desse processo no suprimento de N às plantas.

Segundo Brandão Junior & Hungria (2000), o N atmosférico (N₂) é biologicamente fixado por vários gêneros de bactérias, como o *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Allorhizobium* e *Azorhizobium*. No entanto, a espécie *Bradyrhizobium japonicum* é amplamente utilizada na cultura da soja (SILVA et al., 2011), estando comercialmente disponível para uso dos sojicultores. Em função da quantidade de produtos inseridos no comércio especializado e das possíveis diferenças entre esses quanto a sua eficiência, estudos como este são necessários para nortear os produtos na melhor tomada de decisão quanto a utilização desses materiais.

Quanto a aplicação desses inoculantes, Vieira Neto et al. (2008) destacam a diferença na eficiência simbiótica quanto ao método de incorporação nas plantas. Segundo os autores, dois métodos são amplamente utilizados, 1) a aplicação tradicional, via semente e 2) através da pulverização nos sulcos de cultivo dos inoculantes já diluídos em água, podendo esses serem utilizados em diferentes dosagens.

Portanto, definir o manejo da inoculação para a cultura da soja quanto ao tipo e a quantidade utilizada em campo é essencial para a produção de estantes homogêneos e produtivos. Com o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de plantas de soja em função da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* via semente, testando doses de dois produtos comerciais sob as condições de Boa Vista, RR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade Roraimense de Ensino Superior (FARES), localizada na área urbana de Boa Vista, Roraima, cujas coordenadas geográficas de referência foram registradas a 02°49'39" N 60°39'34,1" W e 84 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com médias anuais de precipitação, umidade relativa e temperatura, de 1.678 mm, 70% e 27,4 °C, respectivamente (ARAÚJO et al., 2001).

O solo utilizado foi um Latossolo amarelo com a seguinte caracterização físico-química: pH (H₂O) - 6; Ca²⁺ - 1,08 cmolc dm³; Mg²⁺ - 0,2 cmolc dm³; K⁺ - 0,06 cmolc dm³; Al³⁺ - 0,04 cmolc dm³; H+Al - 1,65 cmolc dm³; P - 25,5 mg dm³; SB - 1,34 cmolc dm³; T - 2,99 cmolc dm³; t - 1,38 cmolc dm³; V - 45%; m - 3%; Argila (12,8%); Silte - (2,35%) e Areia (84,86%) (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 proveniente da combinação entre de dois inoculantes comerciais (Simbiose® e Biomax®) e cinco doses de cada inoculante (0, 3, 6, 9 e 12 mL.kg⁻¹ de semente), com três repetições distribuídas em vasos de polietileno de cinco litros, utilizando três plantas por unidade experimental. Para instalação do experimento, foram utilizados vasos de polietileno, com capacidade de 5 litros, totalizando 30 vasos. Cada um foi preenchido com 4,5 kg de solo e 1,2 kg de brita no fundo para impedir a perda de solo e facilitar a drenagem.

As marcas comerciais dos inoculantes contendo *Bradyrhizobium japonicum* foram adquiridas no comércio especializado. A quantificação das doses destes foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Núcleo de Pesquisas Agrícolas da Universidade Federal de Roraima, local onde também foi determinado a biomassa seca das plantas.

A partir da sementeira, durante todo o período experimental, fez-se, manualmente, a irrigação diária por meio de um regador. O controle de plantas daninhas foi feito por meio de arranque manual. Não houve a necessidade do controle de pragas e doenças.

Aos 40 dias após a sementeira foram avaliadas as variáveis das plantas de soja cv. Tracajá: altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e número de nódulos presentes nas raízes (NN). Os dados foram submetidos a análise de variância e, conforme o resultado observado, procedeu-se a análise de regressão polinomial para os valores dos dados quantitativos, testando os modelos linear e quadrático para o comportamento das variáveis em função das doses dos inoculantes, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados da análise de variância expressos na Tabela 1, observa-se que houve efeito significativo da interação para a altura de planta (AP), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR) e número de nódulos (NN). O diâmetro do caule foi afetado isoladamente pelas doses de inoculantes. Já a biomassa seca da planta, quantificada pela massa seca parte aérea massa (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), não apresentou efeito significativo de nenhum dos fatores avaliados, indicando que o tipo de produto e as doses de inoculantes não afetaram a biomassa de plantas de soja.

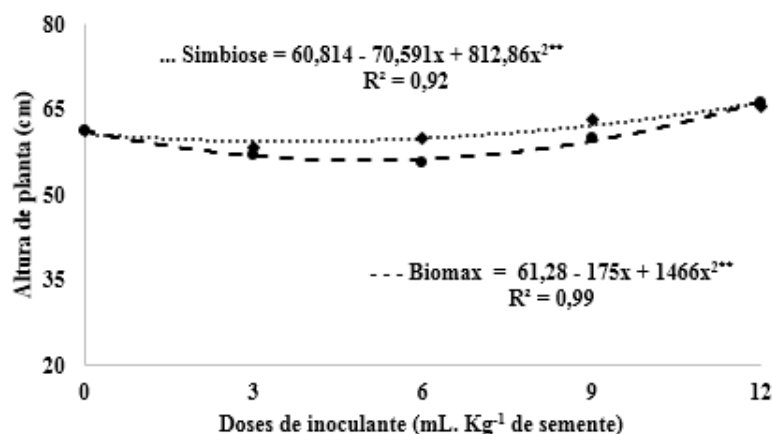
Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis fitotécnicas de plantas de soja produzidas em função da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* via sementes. Boa Vista, RR, 2017

FV	GL	Quadrados médios						
		AP	NF	DC	CR	MSPA	MSR	NN
Inoculante (I)	1	192,5*	4,0 ^{ns}	0,05 ^{ns}	13,3 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Dose (D)	4	125,7 ^{ns}	12,3**	0,55**	33,5**	0,17 ^{ns}	0,01 ^{ns}	57,88**
I x D	4	185,3*	8,0*	0,15 ^{ns}	20,3**	0,22 ^{ns}	0,01 ^{ns}	32,28**
Resíduo	20	51,6	2,0	0,05	3,0	0,08	0,01	3,3
Média		59,6	10,3	3,95	19,9	10,2	1,1	13,1
CV (%)		12,1	13,6	5,8	9,8	23,8	47,7	13,87

NS, **, *, - não significativo, significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Para a altura de planta (Figura 1), foi observado comportamento quadrático para as duas marcas comerciais testadas, com leve superioridade do Simbiose® ao longo das doses avaliadas. No entanto, observa-se que as duas marcas comerciais se igualaram quando utilizou-se 12 mL de inoculante para cada quilograma de semente, indicando que, independentemente do produto, a maior dose favoreceu o crescimento das plantas.

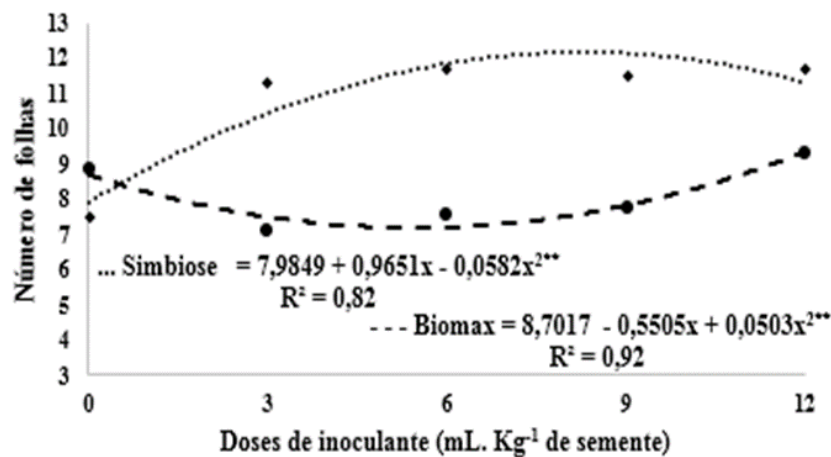
Figura 1. Altura de planta de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* via semente. Boa Vista, RR, 2017.



Já para o número de folhas, a superioridade do Simbiose® foi expressivamente evidente com o aumento das doses, tendo comportamento inversamente quadrático comparado ao Biomax®, que, por

sua vez, apresentou uma queda até a terceira dose, ponto em que o número de folhas começou a aumentar, porém, não chegando a se igualar com as melhores doses do Simbiose®. Através da derivação da equação para o Simbiose®, constatou-se que a dose máxima de eficiência foi de 8,29 mL.kg⁻¹ de semente, apresentando uma média de 11,99 folhas por planta (Figura 2).

Figura 2. Número de folhas de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* via semente. Boa Vista, RR, 2017.

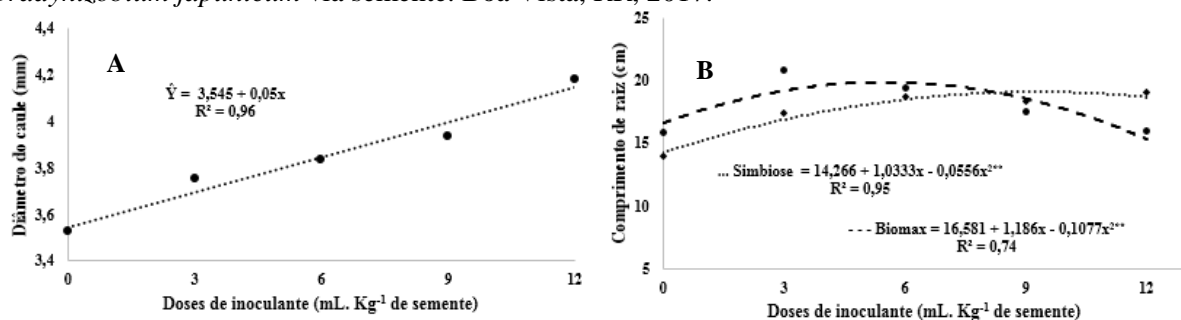


Os valores de altura de planta encontrados estão de acordo com os obtidos por Silva et al. (2011) em avaliação de doses de inoculante e de nitrogênio no crescimento da soja, com valores situando na faixa de 63 a 70 cm. Diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, os autores não encontraram diferenças entre as doses de inoculantes (3 e 6 mL.kg⁻¹ de sementes) para essa variável. Fazendo um comparativo com o número de folhas, observa-se que para o Biomax® o NF não acompanhou a AP, fato este observado com o Simbiose®, indicando que esse último foi mais eficiente no crescimento uniforme entre essas duas variáveis.

Embora os produtos comerciais tenham apresentado comportamento similares para AP, Rocha et al. (2012) afirmam que vários fatores podem promover variações nessa variável, como: época de semeadura, espaçamento, suprimento de água, temperatura, fertilidade do solo, latitude, resposta fotoperiódica das cultivares e outras condições do ambiente.

Para o diâmetro do caule (Figura 3A), foi observado um incremento linear com o aumento das doses, independentemente do produto comercial avaliado, ou seja, o aumento do DC foi acompanhado pelo aumento das concentrações de inoculantes nos dois produtos comerciais testados. Esses resultados diferenciam-se dos observados no comprimento de raiz (Figura 3B), em que os produtos comerciais apresentaram comportamento divergente, mesmo apresentando comportamento quadrático com o aumento das doses. Para o Simbiose®, com 9,29 mL.kg⁻¹ de semente obteve-se 19 cm de CR. Já para o Biomax®, 5,5 mL.kg⁻¹ de semente foi o necessário para obtenção de 19,85 cm CR, indicando que o Biomax® é mais favorável ao crescimento radicular comparado ao Simbiose®.

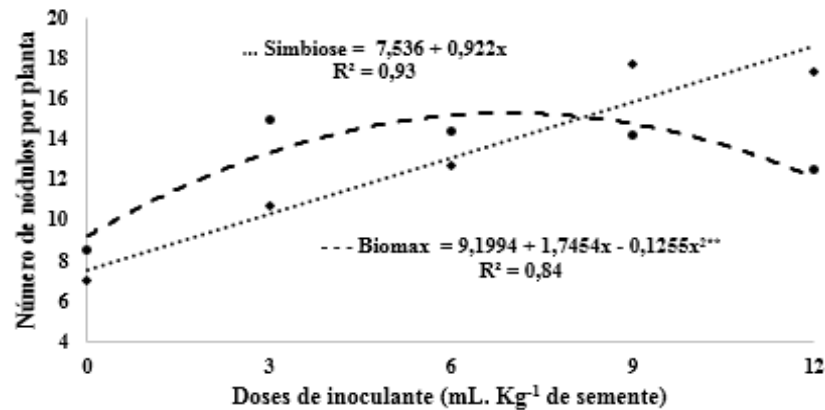
Figura 3. Diâmetro do caule (A) e comprimento de raiz (B) de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* via semente. Boa Vista, RR, 2017.



Para o número de nódulos por planta (Figura 3), variável diretamente ligada ao sucesso da inoculação em plantas de soja, os dois produtos avaliados apresentaram comportamentos divergentes

com o aumento das doses, em que o Simbiose® mostrou ser linearmente crescente quando se aumentou as doses, diferenciando-se do Biomax®, que apresentou efeito quadrático ao longo do aumento das doses, em que 6,96 mL.kg⁻¹ de semente promoveu a obtenção de 15,27 nódulos por planta em média.

Figura 3. Número de nódulos por planta de soja inoculada com *Bradyrhizobium japonicum* via semente. Boa Vista, RR, 2017.



Brandão Junior & Hungria (2000) destacaram a importância da nodulação em plantas de soja. Segundo os autores, são nessas estruturas, formadas após o estabelecimento da simbiose entre o microssimbionte e a planta hospedeira, que ocorrem um dos principais processos naturais conhecidos pelo homem, que é a fixação biológica de nitrogênio. Em partes, isso pode explicar o bom desempenho do Simbiose® nas demais variáveis analisadas, visto o aumento do número de nódulos quando se aumentou as doses desse inoculante.

CONCLUSÃO

As variáveis fitotécnicas das plantas de soja, exceto a biomassa, foram diretamente influenciadas pelas doses e pelos inoculantes comerciais avaliados.

O Simbiose® foi o mais efetivo no desenvolvimento das plantas de soja, principalmente quando utilizado nas maiores doses testadas.

A nodulação em raízes de soja foi mais positivamente influenciada pelo Simbiose®.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.3, p.563-567, 2001.
- BRANDÃO JUNIOR, O.; HUNGRIA, M. Efeito de doses de inoculante turfoso na fixação biológica de nitrogênio pela cultura da soja. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. v.24, p.27-535, 2000.
- CAMPOS, B. C. Dose de inoculante turfoso para soja em plantio direto. *Ciência Rural*. v.29, n.3, p.423-426, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. p. 353.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculantes e nitrogênio da semeadura da soja em área de primeiro cultivo. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011.
- ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. Desempenho agrônomo de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. *Revista Ciência Agrônoma*, Fortaleza, v.43, n.1, p. 154-162, 2012.
- VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.32, p. 861-870, 2008.