



V Simpósio Mineiro de Ciência do Solo

“Agroecologia e a compreensão do solo como fonte e base de vida”

2019 – Viçosa/MG

Inoculação e coinoculação da semente com bactérias diazotróficas e o desempenho agrônômico da soja

José Luiz Rodrigues Torres⁽¹⁾; Pedro Augusto de Paiva Kérsul⁽²⁾; Valdeci Orioli Junior⁽¹⁾; Bruna Souza Silveira⁽²⁾; Guilherme Alves de Melo⁽²⁾; Dinamar Márcia da Silva Vieira⁽³⁾

⁽¹⁾Professor Dr. em Produção Vegetal no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba, MG. E-mail: jlrtores@iftm.edu.br; ⁽²⁾Estudante do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do IFTM Campus Uberaba. ⁽³⁾Estudante do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾Estudante do curso de Engenharia Agrônômica no IFTM Campus Uberaba.

Resumo

A inoculação da semente da soja com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* é uma prática necessária. A simbiose entre esta bactéria e a planta promove a fixação biológica do nitrogênio (FBN), que irá suprir a exigência de N da planta ao longo do ciclo. Outras bactérias diazotróficas podem participar deste processo de FBN, dentre elas estão as do gênero *Azospirillum*, são promotoras do crescimento ou estimulam a produção endógena de hormônios (auxinas, giberelinas, citocininas e etileno) pela planta. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação, coinoculação e via foliar com bactérias diazotróficas e relacionar com o desempenho agrônômico da cultura. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com oito tratamentos, sendo: T1 - Ausência inoculação na semente (testemunha); T2 - Inoculação da semente com *Bradyrhizobium japonicum*; T3 - Inoculação da semente com *Azospirillum brasilense*; T4 - Aplicação de *A. brasilense* via foliar; T5 - Inoculação da semente com *B. japonicum* e *A. brasilense*; T6 - Inoculação da semente com *B. japonicum* associado a *A. brasilense* via foliar; T7 - Inoculação da semente com *A. brasilense* e *B. japonicum* e com *A. brasilense* via foliar; T8 - Inoculação da semente e foliar com *A. brasilense*, com 4 repetições. Foram avaliados os caracteres agrônômicos da soja. Observou-se que os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades foram com a inoculação com *A. brasilense* ou *B. japonicum* no tratamento de sementes na cultivar de soja Nideira NS7667 Ipro. Para a cultivar de soja Nideira NS7667 Ipro, as piores produtividades foram observadas no tratamento sem inoculação e nos tratamentos que se utilizaram duas aplicações de *A. brasilense*.

Termos de indexação: *Glycine max*, coinoculação, produtividade.

Reflexão

O nitrogênio (N) é o elemento mais abundante na atmosfera terrestre e o mais exigido pela maioria das plantas cultivadas, contudo há uma elevada escassez deste nutriente no solo nas formas disponíveis para as plantas, por isso mesmo é aplicado em elevadas quantidades na forma mineral e pode atingir o lençol freático, devido a sua elevada mobilidade e contaminar esta água. Este problema não ocorre na soja, pois todo N utilizado

pela planta é fornecido pela fixação biológica de N (FBN), que feita pelas bactérias diazotróficas do gênero *Bradyrhizobium*, que se associadas as do gênero *Azospirillum* tem sua eficiência aumentada, entretanto é necessário que seja feita a inoculação da semente corretamente, com inoculante de qualidade e na quantidade ideal, que deve ser aplicado na semente e/ou via foliar.

Introdução

Para o bom desenvolvimento da cultura da soja é necessário que o manejo da adubação seja feito para suprir a exigência nutricional da planta. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o mais exigido pela planta, que é fornecido via fixação biológica de N (FBN) realizada pelas bactérias diazotróficas do gênero *Bradyrhizobium*, entretanto é necessário fazer a inoculação desta bactéria na semente antes do plantio e/ou via foliar, para suprir a exigência de N da planta ao longo do ciclo (Hungria, 2011).

Outras bactérias diazotróficas podem participar deste processo de FBN, dentre elas estão as do gênero *Azospirillum*, que são promotoras do crescimento ou estimulam a produção endógena hormônios (auxinas, giberelinas, citocininas, etileno) pela planta, que são utilizados para aumentar a eficiência de fertilizantes minerais e o aporte N via FBN (Hungria et al., 2013).

Entretanto, a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* na semente de Fabaceas, antes do plantio não é comum, pois esta prática tem sido mais utilizada em Poaceas. Alguns estudos comprovaram que ocorre a potencialização da nodulação e maior crescimento radicular, em resposta à interação positiva entre as bactérias simbióticas (*Bradyrhizobium*) e as bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* (Cassán et al., 2009; Bárbaro et al., 2009).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação e coinoculação da soja via semente ou foliar com bactérias diazotróficas e relacionar com o desempenho agrônomo da cultura e a qualidade do grão.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na fazenda Capão Grande, que fica localizada em Uberlândia, MG, no período outubro/2016 e março/2017.

Na área predomina o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (Santos et al., 2013), textura média, que apresenta na camada até 0,20 m: 250 g kg⁻¹ de argila, 675 g kg⁻¹ de areia e 75 g kg⁻¹ de silte; pH (H₂O) 6,0; 35,3 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 52 mg dm⁻³ de K; 16 cmolc dm⁻³ de Ca; 0,20 mmolc dm⁻³ de Mg; 3 g dm⁻³ de MO, saturação por bases de 47 %.

O clima predominante da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido, com precipitação pluviométrica e temperatura do ar com média anual de 1.479 mm e 21,5 °C, respectivamente (**Figura 1**).

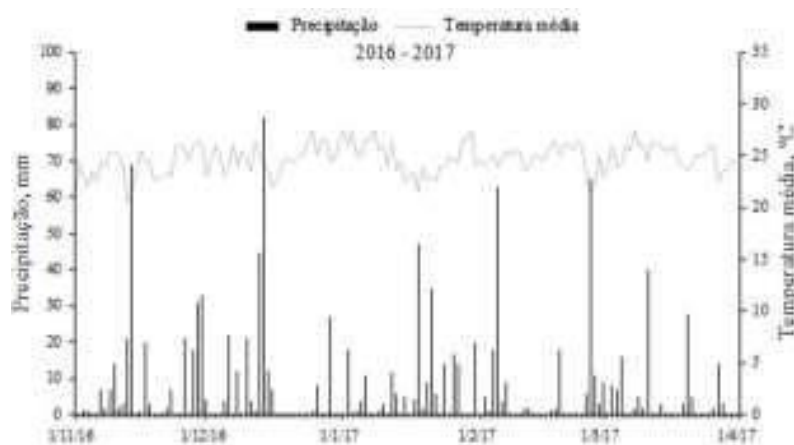


Figura 1. Variáveis climáticas obtidas na Estação Meteorológica da estação experimental de Uberlândia-MG, ano agrícola 2016/17 (Inmet, 2018).

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com oito tratamentos, sendo: T1 - Ausência inoculação na semente (testemunha); T2 - Inoculação da semente com *Bradyrhizobium japonicum*; T3 - Inoculação da semente com *Azospirillum brasilense*; T4 - Aplicação de *A. brasilense* via foliar; T5 - Inoculação da semente com *B. japonicum* e *A. brasilense*; T6 - Inoculação da semente com *B. japonicum* associado a *A. brasilense* via foliar; T7 - Inoculação da semente com *A. brasilense* e *B. japonicum* e com *A. brasilense* via foliar; T8 - Inoculação da semente e foliar com *A. brasilense*, com 4 repetições.

Cada parcela foi constituída de 9 fileiras de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, totalizando uma área de 24,3 m². Foram consideradas como área útil as 4 fileiras centrais, as outras foram consideradas como bordaduras.

As sementes da soja cultivar Nideira NS7667 Ipro foram inoculadas com *B. japonicum* e *A. brasilense* na dose de 100 mL de inoculante líquido para 50 kg de sementes, no dia da semeadura.

Aos 60 d após emergência (DAE) foram realizadas análises biométricas e morfológicas, inserção da última vagem, contagem de vagens e número de vagens em 10 plantas para cada tratamento, peso de 1000 grãos e produtividade.

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Foi feita a análise de variância, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), com auxílio do software R Core Team.

Resultados e discussão

Observou-se que os valores foram estatisticamente iguais nos tratamentos com inoculação da semente com *Bradyrhizobium japonicum* (T2) ou com *Azospirillum brasilense* (T3) isoladamente, que tiveram produtividade maior quando comparados aos outros tratamentos, enquanto que T4 e T5, mesmo tendo valores estatisticamente iguais em altura, número de nós, vagens e massa de 1000 grãos a T2 e T3, tiveram produtividades menores ($p < 0,05$) (**Tabela 1**).

Este comportamento indica que a aplicação de *A. brasilense* via foliar e a coinoculação das bactérias diazotróficas (T5) não apresentaram o resultado morfofisiológico desejado nesta variedade de soja (Nideira NS7667 Ipro).

Com relação à altura das plantas, não houve diferenças entre os tratamentos T2, T3, T4 e T5, em que as médias variaram entre 71,9 a 74,7 cm, que foram significativamente maiores

que T1, T6, T7 e T8 (médias entre 64,0 a 67,0 cm). Esta maior altura das plantas é uma característica importante na cultura da soja, pois possibilita que a planta tenha um maior número de nós, o que influencia diretamente a produção da cultura, conforme comprovado com no tratamento T3 que apresentou o maior número de nós e conseqüentemente a maior produtividade (3,7 Mg ha⁻¹).

Para o número de nós na planta, observou-se que não houve diferença entre T3, T4, T5, T6 e T8, que variaram entre 15,0 e 15,7 nós, que diferiram significativamente de T1 (13,9 nós), T2 (14,4 nós) e T7 (13,3 nós), entretanto a maior produtividade de grãos ocorreu em T2 e T3, quando comparados a T4, T5, T6 e T8. Isto evidencia que o número de nós não foi o único fator que determinou a maior produtividade da soja, que a não inoculação da semente (T1), a inoculação da semente somente com *B. japonicum* (T2) ou a coinoculação da semente com *A. brasilense* e *B. japonicum*, mais uma aplicação de *A. brasilense* via foliar (T7) influenciaram negativamente a produtividade desta variedade de soja.

Barbaro et al. (2009) destacaram que a inoculação com bactérias como a *A. brasilense* pode atuar nas relações entre rizóbios e leguminosas, promovendo maior crescimento e produção de grãos.

A soja cultivada sem a inoculação (T1) apresentou resultados significativamente menores nos parâmetros número de vagens e massa de 1000 grãos, quando comparados aos outros tratamentos, o que proporcionou uma produtividade 13,5 % menor quando comparada ao melhor tratamento (T2 e T3).

Com relação ao rendimento de grãos, os maiores valores ocorreram no tratamento T3 com 3,7 Mg ha⁻¹ e no T2 com 3,6 Mg ha⁻¹, que são significativamente superiores, quando comparados aos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Bashan e Bashan (2010), que sugerem que o aumento no rendimento de grãos devido à inoculação *Azospirillum*.

Tabela 1. Valores médios dos caracteres agrônômicos para a soja cultivada sob plantio direto no município de Uberlândia, MG, safra 2016/2017.

Trat.	Altura cm	Quantidade		Massa 1000 grãos g	Produção Mg ha ⁻¹
		NósNúmero...	Vagens		
T1	64,0 b	13,9 b	36,8 c	157,1 c	3,2 c
T2	73,1 a	14,4 b	53,8 a	172,0 a	3,6 a
T3	74,7 a	15,7 a	49,2 a	169,7 a	3,7 a
T4	71,9 a	15,6 a	48,7 a	175,0 a	3,4 b
T5	72,6 a	15,0 a	50,8 a	166,5 a	3,4 b
T6	67,0 b	15,2 a	54,9 a	165,9 a	3,4 b
T7	66,1 b	13,3 b	51,5 a	164,3 a	3,2 c
T8	66,3 b	15,0 a	44,2 b	171,6 b	3,2 c
CV %	4,71	24,1	11,27	22,8	3,25

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. T1- Ausência inoculação na semente (testemunha); T2 - Inoculação da semente com *Bradyrhizobium japonicum*; T3 - Inoculação da semente com *Azospirillum brasilense*; T4 - Aplicação de *A. brasilense* via foliar; T5 - Co-inoculação da semente com *B. japonicum* e *A. brasilense*; T6 - Inoculação da semente com *B. japonicum* associado à *A. brasilense* via foliar; T7 - Co-inoculação da semente com *A. brasilense* e *B. japonicum*, com *A. brasilense* via foliar; T8 - Inoculação da semente e foliar com *A. brasilense*.

Conclusões

Os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades foram com a inoculação com *A. brasilense* ou *B. japonicum* no tratamento de sementes na cultivar de soja Nideira NS7667 Ipro.

Para a cultivar de soja Nideira NS7667 Ipro, as piores produtividades foram observadas no tratamento sem inoculação e nos tratamentos que se utilizaram duas aplicações de *A. brasilense*.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro campus Uberaba pela infraestrutura disponibilizada e a FAPEMIG, pelo financiamento de parte do projeto.

Referências Bibliográficas

BÁRBARO, I.M.; MACHADO, P.C.; BÁRBARO JÚNIOR, L.S. Produtividade da soja em resposta a inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**, v.5, n.1, p.1-7. 2009.

BASHAN, Y.; BASHAN, L.E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth a critical assessment. **Advances in Agronomy**, v.108, p. 77-136, 2010.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; LUNA, V. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). **European Journal of Soil Biology**, v.45, n.1, p.28-35, 2009.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Londrina: Embrapa Soja Documentos**, 2011. 325p.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Co-inoculação de soja e feijão com rizóbio e azospirilla: estratégias para melhorar a sustentabilidade. **Revista Biologia e Fertilidade do solo**, v.49, n.7, p.791-801, 2013.

INMET. Gráficos. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. 23 nov. 2018.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. rev. e ampl. **Brasília: Embrapa**, 2013, 353p.