



AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA CO-INOCULAÇÃO NOS PARÂMETROS DE NODULAÇÃO E NO RENDIMENTO DA SOJA

Fernanda Brunetta Godinho¹, Glaucia Ferri¹, Alessandro de Lucca e Braccini², Priscila Angello³, Danilo Cesar Volpato Martelli³, Guilherme Anghinoni¹

RESUMO: O aumento do rendimento das culturas, atualmente, deve ser acompanhado pela redução do custos de produção. Este resultado é obtido por meio da adoção de novas técnicas de cultivo e práticas de manejo mais adaptadas e adequadas às diferentes culturas. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência da co-inoculação das sementes de soja nos parâmetros de nodulação e no rendimento da cultura. O experimento foi implantado no mês de novembro de 2015 em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições. No campo, foram efetuadas as seguintes determinações: número de nódulos no início do florescimento (raiz total), peso de nódulos no início do florescimento (raiz total), massa seca da parte aérea, teor de nitrogênio (N) na parte aérea, teor de N no grão, peso de mil grãos e produtividade. Os resultados obtidos permitiram concluir que a co-inoculação da soja, utilizando 3 doses do Inoculante L via pulverização dirigida no sulco de semeadura, proporcionou desempenho superior à inoculação padrão realizada diretamente nas sementes.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill; sementes; co-inoculação; rendimento.

1 INTRODUÇÃO

Uma prática alternativa que tem sido difundida, inclusive com incremento na produção de grãos da soja, é a aplicação das bactérias pulverizadas no sulco de semeadura, na mesma operação de distribuição da semente e adubo, no momento de instalação da lavoura de soja (ZHANG; SMITH, 1996).

Considerando as principais limitações atuais e potenciais da FBN com a soja e os benefícios atribuídos a diversas culturas pela inoculação com *Azospirillum*, deduz-se que a co-inoculação com ambos os organismos pode melhorar o desempenho das culturas, em uma abordagem que respeita as demandas atuais de sustentabilidade agrícola, econômica, social e ambiental. Contudo, embora existam em outros países estudos que reportem os benefícios da co-inoculação de rizóbios e *Azospirillum*, torna-se necessário conduzir ensaios nas condições brasileiras (HUNGRIA et al., 2013).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do inoculante líquido (*Bradyrhizobium* spp.) via sulco de semeadura, associado ou não ao uso do inoculante para gramíneas (*Azospirillum brasilense*), em comparação com a inoculação convencional via tratamento de sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi instalado em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Município de Maringá, região noroeste do Estado do Paraná. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho distroférrico, de textura média.

A cultivar de soja utilizada na semeadura foi a Brasmax Valente RR. As sementes foram tratadas industrialmente com o fungicida fludioxonil (Maxim Advanced[®]) e o inseticida thiametoxan (Cruiser 350FS[®]), nas doses de 50 mL 50 kg⁻¹ e 100 mL 50 kg⁻¹, respectivamente, além das respectivas dosagens de inoculante para cada tratamento (Tabela 1).

Para as aplicações dirigidas no sulco de semeadura foi utilizado pulverizador costal propelido a CO₂, com pressão constante de 2 BAR (ou 29 PSI), uma vazão de 0,35 L min.⁻¹, equipado com lança contendo 1 bico leque da série Teejet tipo XR 110 02, que, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo e a uma velocidade de 1 m segundo⁻¹, atingindo uma faixa aplicada de 50 cm de largura, propiciou um volume de calda de 100 L ha⁻¹.

¹ Discente do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista CAPES. Email: ferbrunetta@gmail.com ferriglaucia@hotmail.com gui.angh@gmail.com

² Professor adjunto do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista CNPq. Email: albraccini@uol.com.br

³ Discente e Graduação, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista. Email: danielomartelli@hotmail.com priangelotti@gmail.com



Tabela 1. Tratamentos com aplicação do inoculante comercial a base de *Bradyrhizobium* spp. (Inoculante Soja) e do inoculante para gramíneas e soja a base de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* spp. (Inoculante AB) nas sementes de soja, em diferentes formulações (turfa e líquida), doses e modos de aplicação (Maringá – PR, UEM – 2014/2015).

Nº	Tratamentos
1	Testemunha
2	200 kg ha ⁻¹ de N
3	Inoculante Líquido Soja* (1 dose) – SEMENTE
4	Inoculante Turfoso Soja** (1 dose) – SEMENTE
5	Inoculante AB* (1 dose) – SEMENTE
6	Inoculante AB* (2 doses) – SEMENTE
7	Inoculante Líquido Soja*** (3 doses) – SULCO
8	Inoculante AB*** (2 doses) – SULCO
9	Inoculante AB*** (3 doses) – SULCO
10	Inoculante AB*** (4 doses) – SULCO
11	Inoculante AB*** (5 doses) – SULCO

*1 dose de Inoculante Líquido Soja e Inoculante AB = 100 mL por saca de 50 kg.

**1 dose de Inoculante Turfoso Soja = 100 g por saca de 50 kg.

***1 dose de Inoculante Líquido Soja e Inoculante AB = 100 mL ha⁻¹.

A avaliação da nodulação e massa seca da parte aérea foi realizada no estágio R₁, em dez plantas escolhidas aleatoriamente por parcela, exceto as fileiras destinadas ao rendimento. Cada amostra foi etiquetada no campo e, a seguir, transportada para o laboratório e colocada em sacos de papel “Kraft”.

A determinação do teor de nitrogênio na parte aérea e nos grãos foi realizada utilizando-se o método de Kjeldahl, na quantificação de nitrogênio total, conforme recomendação da Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C., 1990) e Vitti et al. (2001), com modificações.

Para o número de vagens por planta foram feitas contagens em 10 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela experimental, no estágio R₇, antes da maturação plena e colheita.

As plantas foram colhidas manualmente. Após a colheita as vagens, estas foram debulhadas em máquina trilhadora estacionária, limpas com o auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel “kraft”.

As avaliações de produtividade e da massa de mil sementes foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (NUPAGRI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da UEM.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,10$) e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de t - LSD ($p < 0,10$), de acordo com Banzatto e Kronka (2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da análise de variância, é possível inferir que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,10$) para todas as variáveis mencionadas anteriormente.

Em todos os tratamentos empregados, seja com inoculação padrões das sementes com Inoculante Soja isolado, na formulação turfosa ou líquida (tratamentos 3 e 4), ou, então, associada com diferentes doses e formas de aplicação do Inoculante AB (tratamentos 5, 6, 8 a 11).

Os tratamentos 1 e 2 obtiveram, por conseguinte, os piores resultados em peso e número de nódulos, com valores na ordem de 75,00 e 133,33 gramas de nódulos por planta, enquanto o tratamento 10 apresentou 797,22 gramas de nódulos por planta (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das variáveis peso de nódulos (P.NOD), número de nódulos na raiz total (N.NOD) no estágio R₁, teor de N na parte aérea (T.N.P.A.), teor de N nos grãos (T.N.G.) e massa seca da parte aérea em R₁ (M.S.P.A.), em resposta aos tratamentos de co-inoculação na cultura da soja (Maringá/PR – 2014/15).

TRAT.	P.NOD (mg pi ⁻¹)*	N.NOD (unid. pi ⁻¹)*	T.N.P.A. (%)	T.N.G. (%)	M.S.P.A. (g)
1	75,00 D	3,25 D	6,99 K	6,81 D	5,45 E
2	133,33 D	6,75 D	7,12 J	7,46 CD	6,26 E
3	441,67 B	16,44 ABC	10,71 B	12,44 A	7,92 D
4	422,22 BC	16,25 ABC	9,94 E	8,57 C	8,33 D



5	366,67 BC	14,75 ABC	8,17 G	10,21 B	11,93 B
6	344,44 BC	12,25 BC	8,65 F	10,69 B	12,26 B
7	422,22 BC	14,25 ABC	10,24 C	12,47 A	12,37 B
8	300,00 C	12,00 C	7,22 I	7,94 CD	8,45 D
9	329,63 BC	14,25 ABC	7,94 H	10,36 B	9,87 C
10	797,22 A	19,00 A	12,51 A	12,79 A	13,49 A
11	466,67 B	17,00 AB	10,09 D	12,43 A	11,76 B
Média	372,64	13,29	9,05	10,2	9,83
C.V. (%)	30,96	30,94	0,23	10,52	8,77

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste t - LSD, em nível de 10% de probabilidade.

*unid. pl⁻¹: unidade por planta; mg pl⁻¹: miligramas por planta.

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Câmara (2000), que revelou que plantas com 10 a 30 nós no florescimento, apresentam condições suficientes para a obtenção de altos teores de nitrogênio fixado e, conseqüentemente, elevado rendimento de grãos.

Em relação ao teor de N na parte aérea (Tabela 2), o tratamento 10, com o Inoculante AB utilizando 4 vezes a dose, apresentou o maior valor médio, com 12,51%, diferindo significativamente ($p > 0,10$) dos demais tratamentos. A pior resposta nessa mesma variável foi observada novamente no tratamento 1. Esta variável não se relacionou diretamente com a percentagem de N nos grãos, em que os tratamentos 3, 7, 10 e 11, proporcionaram o maior incremento nessa variável nos grãos de soja.

Em relação à avaliação da massa seca da parte aérea no estádio R1 (Tabela 2), o tratamento 10 foi aquele que proporcionou o maior acréscimo significativo ($p < 0,10$) nessa variável, quando comparados aos demais tratamentos.

Em relação ao peso de mil grãos (Tabela 3), o tratamento 10 novamente foi aquele que promoveu o maior acréscimo significativos nessa variável, quando comparado aos demais. O pior resultado foi observado no tratamento 1. Na avaliação do rendimento de grãos, observa-se que o tratamento 7 foi aquele que promoveu o melhor desempenho produtivo na cultura da soja, ou seja, apresentou resultado significativamente superior ($p < 0,10$) à testemunha (tratamento 1), bem como aos demais tratamentos.

Tabela 3. Resultados médios do número de vagens por planta (N.VAG), peso de mil grãos (P.M.G.) e rendimento (REND.), em resposta aos tratamentos de co-inoculação na cultura da soja (Maringá/PR – 2014/15).

TRAT.	N.VAG	P.M.G.	REND.
	(unid. pl ⁻¹)	(g)	(kg ha ⁻¹)
1	20,50 H	15,39 G	2.678,34 G
2	28,47 G	17,49 F	3.846,57 F
3	54,95 C	19,02 B	4720,82 BC
4	47,40 D	18,39 CD	4.282,63 E
5	47,72 D	18,29 DE	4.703,23 BC
6	49,78 D	18,36 D	4.764,59 BC
7	84,66 A	19,11 B	5.226,06 A
8	34,05 F	17,86 EF	4.165,10 E
9	40,50 E	18,45 CD	4.386,17 DE
10	65,55 B	19,67 A	4.920,01 B
11	55,27 C	18,84B C	4.578,09 CD
Média	48,08	18,26	4.388,33
C.V. (%)	6,41	2,09	4,26

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste t - LSD, em nível de 10% de probabilidade.



4 CONCLUSÃO

A aplicação do Inoculante AB, via sulco de semeadura, proporcionou incrementos nos parâmetros fisiológicos, bem como promoveu acréscimos no rendimento de grãos da soja, quando comparado com a testemunha ou adubação nitrogenada na cultura e demais tratamentos.

A co-inoculação da soja, utilizando 3 doses do inoculante AB, via pulverização dirigida no sulco de semeadura, proporcionou desempenho superior à inoculação padrão realizada diretamente nas sementes.

REFERÊNCIAS

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

JENSEN, E. S. Inoculation of pea by application of *Rhizobium* in the planting furrow. **Plant Soil**, v. 97, p. 63-70, 1987.

ZHANG, F.; SMITH, D. L. Inoculation of soybean (*Glycine max.*(L.) Merr.) with genistein-preincubated *Bradyrhizobium japonicum* or genistein directly applied into soil increases soybean protein and dry matter yield under short season conditions. **Plant Soil**, v. 179, p. 233-241, 1996.

A.O.A.C. - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official methods of analysis**. Washington, D.C.: AOAC, 1975. 1054 p.

VITTI, G. C.; CAMARGO, M. A. F.; LARA, C. **Síntese de análise químicas em tecido vegetal**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001.