

TECNOLOGIA DE COINOCULAÇÃO DA SOJA COM *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*: INCREMENTOS NO RENDIMENTO COM SUSTENTABILIDADE E BAIXO CUSTO

HUNGRIA, M.¹; NOGUEIRA, M.A.¹; ARAUJO, R.S.

¹Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina-PR, mariangela.hungria@embrapa.br | ²Total Biotecnologia Indústria e Comércio Ltda, Rua Emílio Romani 1190, CIC, CEP 81460-020, Curitiba-PR.

O Brasil tem sido considerado um País modelo na aplicação dos benefícios da fixação biológica do N₂ (FBN), especialmente pela utilização de estirpes elite de *Bradyrhizobium* com a cultura da soja, em simbioses capazes de suprir totalmente a demanda da planta por nitrogênio. Estimativas apontam para contribuições da FBN da ordem de mais de 300 kg de N/ha, além da liberação de 20-30 kg N/ha para a cultura seguinte (HUNGRIA et al., 2007). Outro grupo de microrganismos benéficos é representado por bactérias associativas capazes de promover o crescimento das plantas por meio de vários processos, incluindo a produção de hormônios de crescimento (como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno), a indução de resistência sistêmica a doenças e estresses ambientais, a capacidade de solubilizar fosfato e, também, de realizar FBN. Dentre essas bactérias, destacam-se as pertencentes ao gênero *Azospirillum*, utilizadas mundialmente como inoculantes (HUNGRIA et al., 2010).

Apesar do sucesso da FBN com a soja, devem ser conduzidas pesquisas para garantir os benefícios com cultivares de alto rendimento. Além disso, a contribuição da FBN pode ser ameaçada pelas mudanças climáticas globais, com crescentes períodos de seca e de altas temperaturas, e por fatores como a incompatibilidade com agrotóxicos nas sementes. Em geral, a inoculação é feita nas sementes, mas o inoculante pode também ser aplicado no sulco, em dose 2,5 superior à das sementes, para evitar o contato direto do *Bradyrhizobium* com agrotóxicos.

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 coinoculação com ambos 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 coinoculação de rizóbios e *Azospirillum*, torna-se necessário conduzir ensaios nas condições brasileiras.

Foram conduzidos quatro experimentos, por duas safras, em Londrina e em Ponta Grossa, PR, conforme protocolo do MAPA para recomendação de inoculantes e tecnologias de inoculação, publicado na instrução normativa no13 (MAPA, 2011). Os ensaios foram conduzidos em solos com populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* por inoculações em anos anteriores, apresentando, no mínimo, 3,57 x 10³ células de *Bradyrhizobium*/g de solo. Em cada ensaio foram utilizados dois controles não inoculados, sem (NI) ou com N-fertilizante (NI + N; 200 kg N/ha, aplicados como ureia, 50% na semeadura e 50% em R2). O tratamento inoculado na semente (I Brady, inoculante líquido) foi realizado conforme recomendação para a cultura (1,2 milhões células/semente). Diferentes concentrações de *Azospirillum* (Azo) foram aplicadas no sulco, em um volume de 200 L de água/ha. Foram utilizados inoculantes da Total Biotecnologia, tendo o inoculante à base de *Azospirillum* sido desenvolvido em uma parceria tecnológica com a Embrapa. Na primeira safra (2009/2010), os tratamentos foram: 1) NI; 2) NI + N; 3) I Brady; 4) I Brady + Azo em sulco 2.5 x 10⁵ células/semente; 5) I Brady + Azo em sulco 5 x 10⁵ células/semente; 6) 4) I Brady + Azo em sulco 7.5 x 10⁵ células/semente. Com base nos resultados obtidos na primeira safra, os tratamentos da segunda safra (2010/2011) foram: 1) NI; 2) NI + N; 3) I Brady; 4) I Brady + Azo em sulco 2.5 x 10⁵ células/ semente; 5) NI + Azo em sulco 2.5 x 10⁵ células/semente.

Os experimentos foram delineados em blocos inteiramente casualizados, com seis repetições. O tamanho das parcelas

variou de 4 m x 6 m (24 m²) a 5,5 m x 6 m (33 m²). Em todos os locais as parcelas foram separadas por linhas de pelo menos 0,5 m e pequenos terraços de pelo menos 1,5 m de largura para impedir a contaminação entre parcelas. A densidade foi de, aproximadamente, 300.000 plantas/ha.

O rendimento de grãos na maturação fisiológica foi determinado na colheita, em uma área central de cada parcela (6 a 8 m²). Os grãos foram limpos e pesados e, após a determinação do nível de umidade, esta foi corrigida para 13%.

Na safra 2009/2010, em Londrina, o tratamento inoculado somente com *Bradyrhizobium* resultou em ganhos no rendimento de 214 kg/ha (8%), incrementando para 296 kg/ha (11,1%) com *Azospirillum* na dose de 2,5 x 10⁵ células/semente (Tabela 1). Em Ponta Grossa, a ocorrência de severa deficiência hídrica resultou em baixos rendimentos, mas os ganhos observados foram ainda mais expressivos do que em Londrina, de 244 kg/ha (12,3%) pela inoculação com *Bradyrhizobium*, subindo para 520 kg/ha (26,3%) com a inoculação com *Azospirillum* no sulco na concentração de 2,5 x 10⁵ células/semente. A diferença adicional pela inoculação no sulco nessa concentração foi estatisticamente significativa em relação a todos os demais tratamentos em Londrina e, em Ponta Grossa, foi superior, mas não diferiu estatisticamente, somente em relação aos tratamentos com N mineral e de inoculação na dose de 5 x 10⁵ células/semente (Tabela 1).

Na safra de 2010/2011, houve uma mudança nos tratamentos, uma vez que a melhor dose de inoculação no sulco foi definida, na safra anterior, em 2,5 x 10⁵ células/semente. Incorporou-se, então, um novo tratamento, somente com *Azospirillum* no sulco, nessa mesma dose. Os benefícios da reinoculação anual com *Bradyrhizobium* foram confirmados em ambos os locais, resultando em incrementos no rendimento de grãos de 152 kg/ha (4,5%) em Londrina e de 278 kg/ha (10,7%) em Ponta Grossa (Tabela 1). Incrementos adicionais e estatisticamente significativos foram conseguidos pela inoculação com *Azospirillum* no sulco. Em relação ao controle não inoculado, foram de 475 kg/ha

(14,1%) em Londrina e de 418 kg/ha (16%) em Ponta Grossa. Esses benefícios não foram observados quando a soja recebeu somente inoculante com *Azospirillum* no sulco (Tabela 1).

Pela instrução normativa no. 13 do MAPA, ensaios de eficiência agrônômica para novos inoculantes e tecnologias de inoculação devem apresentar respostas positivas em pelo menos dois locais com condições edafoclimáticas distintas, por duas safras. Os resultados aqui relatados confirmam a eficiência agrônômica da coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* nas sementes e *A. brasilense* no sulco. Considerando os quatro ensaios, a reinoculação anual da soja com *Bradyrhizobium* resultou em incremento médio no rendimento de grãos de 222 kg/ha (3,7 sacas), ou 8,4%, enquanto que o tratamento com coinoculação resultou em um incremento médio de 427 kg/ha (7,1 sacas), ou 16,1%. Foi, portanto, um ganho adicional de 205 kg/ha (3,4 sacas), ou 7,1%, pela coinoculação em comparação com o tratamento somente inoculado com *Bradyrhizobium* na semente, diferença essa estatisticamente significativa nos quatro locais (Tabelas 1) e na análise conjunta dos quatro locais.

Os resultados foram apresentados e aprovados na assembleia geral da XVI RELARE (Reunião da Rede de Laboratórios para a Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola), realizada em Londrina, em agosto de 2012. Os resultados também foram aprovados pelo MAPA, que oficializou o registro da tecnologia com os produtos analisados em 10/06/2013. Dados adicionais dos ensaios, incluindo nodulação e produção de biomassa de plantas foram disponibilizados em artigo científico (HUNGRIA et al., 2013).

Referências

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina, Brasil, Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia

and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, 2013 (online).

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Instrução Normativa Nº 13**, de 24/03/2001. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em 13/06/2011. 2011.

Tabela 1. Efeito da inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no rendimento de grãos de soja. Ensaios realizados em Londrina e Ponta Grossa, por duas safras.

Tratamento	2009/2010		Tratamento	2010/2011	
	Londrina	P.Grossa		Londrina	P.Grossa
NI ¹	2663 c ¹	1976 c	NI	3360 c	2599 c
NI + N	2881 b	2305 ab	NI + N	3760 a	3069 a
I (Brady semente)	2877 b	2220 b	I (Brady semente)	3512 b	2877 b
I + Azo sulco 2,5 x 10 ⁵ células/semente	2959 a	2496 a	I + Azo sulco 2,5 x 10 ⁵ células/semente	3835 a	3017 a
I + Azo sulco 5 x 10 ⁵ células/semente	2843 b	2321 ab	NI + Azo sulco 2,5 x 10 ⁵ células/semente	3446 bc	2873 b
I + Azo sulco 7,5 x 10 ⁵ células/semente	2663 c	1976 c			

¹ Os tratamentos estão especificados no texto. Médias (n=6) da mesma coluna, seguidas por diferentes letras, são significativamente diferentes (p ≥ 0,05, teste de Duncan).