

NOVA LEGISLAÇÃO, RECOMENDAÇÃO DE DOSES DE INOCULANTES E PRÉ-INOCULAÇÃO: RISCOS AO SUCESSO DA CONTRIBUIÇÃO DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO PARA A CULTURA DA SOJA

FERREIRA, E.¹; NOGUEIRA, M.A.¹; FUKAMI, J.²; CONCEIÇÃO, R.B.¹; HUNGRIA, M.¹

¹ Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina-PR, hungria@cnpso.embrapa.br; ² Bolsista DTI-CNPq.

Desde a introdução da cultura da soja no Brasil foram conduzidos programas de melhoramento de plantas e de seleção de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*/*B. elkanii* visando fornecer o nitrogênio necessário às plantas via fixação biológica do nitrogênio. Como resultado, tem-se hoje que as estirpes disponibilizadas para a produção de inoculantes comerciais no país conseguem fornecer todo o nitrogênio requerido pela cultura, dispensando a adubação nitrogenada e resultando em uma economia estimada em US\$ 6,6 bilhões anuais. Resultados de dezenas de experimentos conduzidos nas diversas regiões do Brasil por nosso grupo de pesquisa indicam que, mesmo em áreas com populações elevadas de *Bradyrhizobium* estabelecidas por inoculações e cultivos prévios com soja, a reinoculação anual garante incrementos médios no rendimento de grãos da ordem de 8% (HUNGRIA et al., 2007). Contudo, o constante aprimoramento das práticas agrícolas, o lançamento de cultivares mais produtivas e adaptadas às diferentes condições ambientais, a necessidade de fornecer nitrogênio para cultivares mais produtivas, entre outros fatores, requerem a avaliação constante do cenário agrícola para que as vantagens associadas à simbiose não sejam perdidas.

Um dos pilares para o sucesso da fixação biológica do nitrogênio é representado pela legislação, garantindo produtos de qualidade para o agricultor, com alta concentração de células viáveis de *Bradyrhizobium* e ausência de microrganismos indesejáveis. Em 16 de dezembro de 1980 foi promulgado, pelo Ministério da Agricultura, o primeiro decreto (Nº 6894) que “Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura”. Nos anos seguintes, foram publicados um novo decreto (Nº 4954), instruções normativas, portarias, leis

ordinárias e resoluções, sendo que a pesquisa sempre se posicionou para fornecer as melhores informações técnicas para subsidiar os legisladores. Como resultado, na “INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5” de 6 de agosto de 2004, consta que os inoculantes para a soja deveriam possibilitar no mínimo 600.000 células por semente e, no caso de aplicação no sulco, seis vezes essa concentração. Nosso grupo de pesquisa também colocou grande empenho e foi responsável pela recomendação técnica posterior de 1,2 milhões de células por semente, mas apesar das sugestões, essa recomendação não foi adicionada à nova legislação. Como resultado, na recente “INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13”, de 24 de março de 2011, consta apenas que o inoculante para leguminosas deve apresentar concentração mínima de 1,0 x 10⁹ Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama ou mililitro de produto e ausência de microrganismos não especificados no fator de diluição 1 x 10⁻⁵ (MAPA, 2011a). Com isso, agravou-se uma disputa de preços no mercado via recomendações de inoculantes diluídos em água, ou de subdoses que não permitem boa distribuição nas sementes e resultam em baixa concentração de células.

Vários ensaios de laboratório foram conduzidos na Embrapa Soja, seguindo os protocolos oficiais do MAPA (MAPA, 2010, 2011b). Os resultados obtidos em um desses ensaios evidencia a diminuição drástica de células viáveis nas sementes como resultado da subdosagem e da diluição, mesmo com um inoculante apresentando concentração inicial de 1,5 x 10¹⁰ células/mL (Tabela 1). Desse modo, frente à atual legislação, a importância da recomendação do número mínimo de células/semente nas “Tecnologias de Produção de Soja” e no fórum da RELARE (Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola) é

ressaltada, representando hoje a única ferramenta de convencimento do agricultor para a adição de concentrações adequadas de *Bradyrhizobium* às sementes de soja.

Outra limitação à maximização da fixação biológica do nitrogênio reside na demanda frequente, por parte dos agricultores, por tecnologias que permitam a pré-inoculação, o que aumentaria a eficiência da semeadura. A compatibilidade da pré-inoculação, porém, deve ser criteriosamente especificada em relação ao tempo máximo permitido de inoculação previamente à semeadura, bem como à presença ou ausência e à composição de produtos fungicidas, inseticidas e micronutrientes. Nosso grupo de pesquisa tem observado, sistematicamente, problemas sérios relacionados à pré-inoculação. Inicialmente, existe o problema de baixa sobrevivência de *Bradyrhizobium* nas sementes por longos períodos, ainda que com aditivos protetores de bactérias. Vários produtos foram analisados por nosso grupo em 2010/2011 e, em avaliações de dez produtos comerciais/pré-comerciais, alguns já empregados em larga escala no agronegócio brasileiro, a sobrevivência não foi aceitável em períodos superiores a 10 dias. A situação fica ainda mais séria no caso de sementes tratadas com agrotóxicos e micronutrientes, com drástica redução no número de células de *Bradyrhizobium* recuperadas em sementes inoculadas e tratadas com esses produtos (Tabela 2). Desse modo, mais uma vez os benefícios da fixação biológica do nitrogênio podem ser perdidos. Agravando a situação, tem-se que nem a legislação atual de inoculantes, nem a de sementes, contempla a análise

de sementes pré-inoculadas, abrindo uma brecha para a comercialização sem fiscalização.

Financiamento parcial do MCT/CNPq/ MAPA/SDA (Processo 577933/2008-6).

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: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa N° 30, de 12 de novembro de 2010. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa N° 13, de 24/03/2011. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 13 jun. 2011a.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. ANEXO à In SDA 13, de 25/03/2011b. Protocolo oficial para avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica de cepas, inoculantes e tecnologias relacionado ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 13 jun. 2011b.

Tabela 1. Recuperação de células de *Bradyrhizobium* em sementes de soja [expressa em unidades formadoras de colônias (UFC) por semente] tratadas com diferentes doses de um inoculante líquido contendo $1,5 \times 10^{10}$ células/mL.

Tratamento	Tempo de inoculação	
	2 h	24 h
200 mL inoculante/50 kg semente	$4,76 \times 10^6$ A	$1,43 \times 10^6$ A
150 mL inoculante/50 kg semente	$3,28 \times 10^6$ B	$1,08 \times 10^6$ A
100 mL inoculante/50 kg semente	$1,85 \times 10^6$ C	$0,46 \times 10^6$ B
50 mL inoculante/50 kg semente	$1,02 \times 10^6$ D	$0,40 \times 10^6$ B
(50 mL inoculante + 50 mL água)/50 kg semente	$0,89 \times 10^6$ E	$0,36 \times 10^6$ B

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% (n = 4).

Tabela 2. Recuperação de células de *Bradyrhizobium* em sementes de soja [expressos em unidades formadoras de colônias (UFC)/semente] tratadas com diferentes inoculantes, fungicidas e micronutrientes e armazenadas por distintos períodos de tempo

Tratamentos	Tempo de armazenamento				
	2 h	10 dias	15 dias	20 dias	30 dias
Inoculante turfoso A	4,29 x 10 ⁵ B a	5,26 x 10 ³ C b	5,78 x 10 ² DE b	2,76 x 10 ² D b	1,81 x 10 ² C b
Inoculante turfoso A + CoMo	1,69 x 10 ⁵ CD a	3,18 x 10 ³ D b	3,52 x 10 ² FG b	2,39 x 10 ² DE b	2,58 x 10 ¹ F b
Inoculante turfoso A + CoMo + Maxim XL	2,16 x 10 ⁵ C a	4,70 x 10 ³ C b	6,01 x 10 ² DE b	5,72 x 10 ² B b	8,33 x 10 ⁰ F b
Inoculante turfoso A + CoMo + Tiram + Carbendazim	1,32 x 10 ⁵ DE a	3,56 x 10 ² H b	1,25 x 10 ² HIJ b	1,01 x 10 ² F b	1,67 x 10 ⁰ F b
Inoculante líquido B + CoMo + Adesivo + Proteitor	3,85 x 10 ⁵ B a	9,59 x 10 ³ A b	5,63 x 10 ³ A b	6,52 x 10 ² A b	1,42 x 10 ² D b
Inoculante líquido B + CoMo + Adesivo	1,62 x 10 ⁵ CD a	1,67 x 10 ³ EF b	7,05 x 10 ² D b	1,80 x 10 ² E b	1,67 x 10 ² D b
Inoculante líquido B + CoMo	1,66 x 10 ⁴ G a	3,14 x 10 ² H b	zero J b	zero G b	zero F b
Inoculante líquido C + CoMo	5,13 x 10 ⁴ FG a	4,37 x 10 ² H b	2,32 x 10 ¹ J b	zero G b	zero F b
Inoculante líquido B + CoMo + Adesivo + Proteitor + Maxim XL	1,02 x 10 ⁵ EF a	9,80 x 10 ³ A b	1,50 x 10 ³ B b	3,47 x 10 ² C b	1,00 x 10 ² E b
Inoculante líquido B + CoMo + Tiram + Carbendazim	3,11 x 10 ³ G a	2,91 x 10 ¹ H b	zero J b	zero G b	zero F b
Inoculante líquido D	5,81 x 10 ⁵ A a	6,15 x 10 ³ B b	5,75 x 10 ² DE b	2,81 x 10 ² D b	3,33 x 10 ² B b
Inoculante líquido D + Maxim XL	3,85 x 10 ⁵ B a	3,65 x 10 ³ D b	4,83 x 10 ² EF b	1,89 x 10 ² E b	1,67 x 10 ¹ F b
Inoculante líquido D + Tiram + Carbendazim	1,20 x 10 ⁵ DE a	1,36 x 10 ³ FG b	2,50 x 10 ² GHI b	1,11 x 10 ² F b	1,33 x 10 ¹ F b
Inoculante líquido E	4,04 x 10 ⁵ B a	4,91 x 10 ³ C b	8,18 x 10 ² C b	6,69 x 10 ² A b	4,02 x 10 ² A b
Inoculante líquido E + Maxim XL	1,96 x 10 ⁵ C a	2,22 x 10 ³ E b	2,82 x 10 ² GHI b	5,59 x 10 ² B b	1,98 x 10 ¹ F b
Inoculante líquido E + Tiram + Carbendazim	1,19 x 10 ⁵ DE a	7,85 x 10 ² GH b	1,04 x 10 ² IJ b	7,13 x 10 ¹ F b	1,63 x 10 ¹ F b

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna - diferentes tratamentos; minúscula na linha - tempo de armazenamento), não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% (n = 4).