

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NA PERSPECTIVA DO MERCOSUL: NOVOS CONHECIMENTOS E TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

Mariangela Hungria

Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil.

E-mail: hungria@cnpso.embrapa.br

Palavras chaves: *Bradyrhizobium*; Fixação biológica do nitrogênio; Inoculação; Inoculantes; Tratamento de sementes.

O grande interesse comercial que existe em torno do agronegócio da soja reside, principalmente, no teor elevado de proteína dos grãos, mas justamente por isso a planta apresenta alta demanda em N. Para a produção de 1.000 kg de grãos a soja necessita, em média, 65 kg de N que, em adição a cerca de 15 kg de N alocados nas folhas, caules e raízes, somam 80 kg de N. Assim, a produção de 3.000 kg ha⁻¹, comum em várias propriedades, demanda cerca de 240 kg de N. Considerando que a eficiência de uso de fertilizantes nitrogenados raramente é superior a 50%, isso implica na aplicação de 480 kg de N ha⁻¹ para atingir esses patamares de rendimento. Necessidades ainda mais elevadas são esperadas no cenário atual do Mercosul, com frequência crescente de obtenção de rendimentos superiores a 4.500 kg ha⁻¹. Em relação aos fertilizantes químicos, além do custo elevado para a sua síntese e aplicação e as preocupações ambientais, mais de 70% das fontes químicas disponibilizadas no Mercosul são importadas, implicando em gasto de divisas e gerando dependência da conjuntura internacional.

A dependência externa e o custo elevado de fertilizantes nitrogenados são constatados desde o início da expansão da cultura da soja em nosso continente, razão pela qual há mais de 50 anos são conduzidos, no Brasil, na Argentina e, mais recentemente, em outros países produtores da América do Sul, programas de melhoramento e/ou avaliação de cultivares de soja e estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* visando identificar as condições em que o N necessário às plantas possa ser fornecido via fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂), o que tem resultado em grandes vantagens econômicas para os países e, sem dúvida, viabilizado economicamente a cultura da soja no Mercosul.

Como resultado do empenho em utilizar as vantagens da fixação biológica do N₂, tem-se hoje que as estirpes disponibilizadas para a produção de inoculantes comerciais produzidos na Argentina e no Brasil e também exportados para os demais países da América do Sul consigam fornecer todo o N requerido para altos rendimentos de grãos, dispensando a adubação nitrogenada.

Resultados de dezenas de experimentos conduzidos nas diversas regiões do Brasil e da Argentina 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 4 a 9%, havendo situações em que ganhos de 25% ou superiores são relatados. Essa é uma situação única no mundo, sem dúvida resultado da experimentação contínua e do empenho da pesquisa em quebrar dogmas e confirmar que a reinoculação pode trazer benefícios mesmo em solos com mais de 1 bilhão de células de *Bradyrhizobium* g⁻¹ solo. Outras tecnologias desenvolvidas e amplamente adotadas no Mercosul também favorecem a contribuição da fixação biológica do N₂, sendo um exemplo excelente o sistema de plantio direto, que proporciona condições de umidade e temperatura do solo altamente favoráveis à simbiose.

É fundamental, porém, que os países do Mercosul não se acomodem, pois o constante aprimoramento das práticas agrícolas, o lançamento de cultivares mais produtivas e adaptadas às diferentes condições ambientais, a necessidade de fornecer N para cultivares mais produtivas, entre outros fatores, requerem avaliações constantes para que as vantagens

associadas à simbiose não sejam perdidas. Já existem relatos de patamares de rendimento de $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$, o que implica em uma demanda de 1.000 kg ha^{-1} . Seriam as estirpes atualmente disponíveis, as formulações atuais de inoculantes e as tecnologias atuais capazes de fornecer essas quantidades para as plantas? Esforços contínuos devem ser empenhados para que a história bem sucedida de uso da fixação biológica do N_2 , capaz de fornecer mais de 90% das necessidades da planta em condições de campo, não seja perdida.

Dentre os fatores que contribuem fortemente para o sucesso atual da fixação biológica do N_2 com a cultura da soja no Mercosul estão o empenho na pesquisa, na elaboração da legislação, no desenvolvimento industrial e na difusão da tecnologia de inoculação. Contudo, o cenário atual apresenta sérias ameaças, sendo as principais: 1) Generalização no uso de tratamento de sementes com agrotóxicos incompatíveis com *Bradyrhizobium*, diminuindo o número de células viáveis nas sementes; 2) A descapitalização dos agricultores, que têm se tornado reféns de pacotes de insumos, incluindo a compra de sementes pré-inoculadas com produtos incompatíveis com *Bradyrhizobium*; 3) Baixa valoração do insumo inoculante, em grande parte relacionada à própria competição entre as indústrias, o que dificulta o investimento em inovação tecnológica; 4) Neutralização dos benefícios conseguidos pelos avanços tecnológicos na fermentação, uma vez que inoculantes com altas concentrações de células estão disponíveis no mercado, mas são recomendados em baixas doses, ou diluídos, ou para a comercialização de sementes pré-inoculadas; 5) A eterna ameaça de pressão de indústrias de fertilizantes nitrogenados, alegando que altos rendimentos somente podem ser alcançados com a aplicação desses insumos. Muito importante, existe também carência de coordenação entre os governos, com baixo investimento em pesquisa e levantamentos que confirmem continuamente aos agricultores os benefícios da simbiose. Existem também perspectivas, mas que não vêm sendo aproveitadas, de negociação internacional de créditos de carbono relacionados à fixação biológica do N_2 . Políticas governamentais são também necessárias para delinear estratégias contínuas de pesquisa e de validação de tecnologias relacionadas à fixação biológica do N_2 , as quais não podem ser consideradas como modismos.

O mercado de inoculantes para leguminosas na América do Sul supera hoje 40 milhões de doses anuais, mais de 95% destinados à cultura da soja. Esse mercado deve ser ainda maior nos próximos anos, pelo uso de outros microrganismos—em co-inoculação com *Bradyrhizobium*—capazes de promover o crescimento de plantas e/ou controle biológico, como bactérias dos gêneros *Azospirillum*, *Pseudomonas* e *Bacillus*.

A contribuição da fixação biológica para a cultura da soja no Mercosul é um exemplo de sucesso reconhecido internacionalmente e que deve ser creditado, principalmente, à perseverança de pesquisadores e difusores de tecnologia em procurar alternativas ecologicamente corretas e de baixo custo para o agricultor. Somente no Brasil, a economia anual estimada pelo processo biológico com a cultura da soja gira em, no mínimo, US\$ 7 bilhões anuais. Existem, ainda, ganhos ambientais, pela menor poluição de lagos, rios e lençóis freáticos pelo nitrato, evitando futuros investimentos na despoluição ambiental, bem como a menor emissão de gases de efeito estufa. Essas vantagens não podem ser perdidas, exigindo mais do que nunca esforços para não ceder às pressões internas e externas pela troca dos ganhos da fixação biológica do N_2 pela momentânea facilidade de ganhos pela aplicação de fertilizantes nitrogenados. Em apenas uma geração de melhoramento e uso de tecnologias inapropriadas os benefícios de cinco décadas de pesquisa, validação e transferência de tecnologia poderão ser perdidos.