

Cientista brasileira é indicada para Prêmio Nobel 1997

Assim que chegou ao Brasil em 1951, a agrônoma recém-formada Johanna Döbereiner, natural da antiga Tchecoslováquia, foi logo contratada pelo Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), integrando a primeira equipe de microbiologia do solo em instituição federal. De lá para cá, desenvolveu, já na Empresa Brasileira de



Arquivo: Academia Brasileira de Ciências

Pesquisa Agropecuária (Embrapa) — onde trabalha até hoje —, uma série de estudos, principalmente sobre as bactérias fixadoras de nitrogênio da cana-de-açúcar, que levaram o Brasil a criar o Programa Nacional do Alcool, durante a crise do petróleo, na década de 70, e a tornarem referência mundial sobre o assunto.

Aos 72 anos, naturalizada brasileira desde 1956, Döbereiner acaba de ser indicada para o Prêmio Nobel de Química 1997. Embora o Proálcool não esteja mais em sua fase áurea, a microbiologista é uma árdua defensora do programa. Isso porque o uso do álcool combustível é mais econômico e energeticamente mais positivo — pois as bactérias fixadoras de nitrogênio substituem a adubação nitrogenada na produção da cana-de-açúcar —, além de contribuir para a redução do efeito estufa, já que a cultura da cana-de-açúcar retira da atmosfera, pela fotossíntese, mais CO_2 do que os carros a álcool retornam, contrastando com a queima de combustíveis fósseis (derivados de petróleo), que devolve para a atmosfera, em poucas décadas, reservas de carbono acumuladas no subsolo em milhões de anos.

"Ao contrário de outros países, o melhoramento da cana-de-açúcar no Brasil, com níveis de adubação nitrogenada muito baixos, levou à obtenção de variedades altamente eficientes no aproveitamento da fixação de nitrogênio, através de associações com bactérias fixadoras de N_2 que habitam o interior das plantas de cana. Nas palestras que faço no exterior, todo mundo fica com inveja", diz ela, que já publicou mais de 300 trabalhos e acumula 12 prêmios importantes.

A cientista, que também participou de pesquisas na seleção de genótipos de soja que, com bactérias do gênero *Rhizobium*, aumentam a produtividade da soja, tornando o Brasil o segundo maior produtor mundial, está iniciando agora, a pedido da Petrobrás, estudos sobre o uso de dendê e pupunha como substitutos do óleo diesel, combustível altamente poluidor.

A seguir, em artigo escrito junto com outros pesquisadores, Döbereiner faz um breve histórico sobre as pesquisas que impulsionaram o Proálcool.

Fixação biológica de nitrogênio por bactérias associadas à cana-de-açúcar

Johanna Döbereiner, Segundo Urquiada, Roberto M. Boddey e Renato L. de Assis (*)

Além dos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio, que são obtidos pelas plantas do ar e da água, o nitrogênio é quantitativamente o mais importante, sendo o que mais frequentemente limita o crescimento vegetal. O ar contém aproximadamente 80% do gás N_2 (nitrogênio) por volume, mas as plantas não são capazes de utilizar este elemento em forma gasosa, podendo apenas absorvê-lo do solo na forma de compostos solúveis: nitrato e amônia. Na agricultura, grandes quantidades de adubos nitrogenados são utilizadas para fornecer nitrogênio para as culturas, mas frequentemente os produtores não têm recursos para comprar adubos suficientes para obter altos rendimentos.

Ao final do século passado, descobriu-se que várias espécies de leguminosas — como soja, feijão e outras — possuíam nódulos nas raízes contendo bactérias do gênero *Rhizobium*, que, utilizando alimentos fornecidos pela planta, podem transformar o nitrogênio gasoso do ar em amônia, que é utilizada para o crescimento da planta. Este processo é chamado de fixação biológica de nitrogênio.

Em relação à família das gramíneas — que engloba os grãos mais importantes na alimentação humana e nas rações para animais, como milho, trigo, arroz e sorgo, as gramíneas forrageiras (colonião, braquiária etc.) e a cana-de-açúcar —, observa-se que são incapazes de formar nódulos nas raízes. Entretanto, desde 1956, iniciaram-se,

no Brasil, estudos sobre outras bactérias fixadoras de N_2 que se associam a estas culturas, tendo sido descobertas, desde então, sete novas espécies dessas bactérias e comprovado, a partir de 1983 e através de novas técnicas de quantificação, que algumas dessas gramíneas podem obter contribuições significativas de nitrogênio por meio da atividade destes microorganismos.

Experimentos realizados no Brasil mostram que uma cultura de cana-de-açúcar que produz cem toneladas de colmos/ha, no primeiro ciclo, acumula 150 a 200kg de nitrogênio/ha. Na soca (segundo ou mais cortes), este valor é de aproximadamente 100 a 180kg de nitrogênio/ha. Após a colheita, muito pouco deste nitrogênio fica no campo — pois a palha é normalmente queimada antes do corte e quase nada de nitrogênio fica nas cinzas — e o nitrogênio dos colmos é levado para a usina. O nitrogênio adicionado para a cana-planta na forma de fertilizante raramente ultrapassa 40kg de nitrogênio/ha e, na soca, não mais de 80kg. Se nada deste fertilizante nitrogenado é perdido por lixiviação ou volatilização ainda assim a cultura retira do campo mais nitrogênio do que é adicionado. Por isso, seria esperado que as reservas de nitrogênio no solo diminuíssem com o tempo. Entretanto, isso não ocorre, pois os solos plantados com cana-de-açúcar normalmente mantêm sua fertilidade nitrogenada por décadas, existindo, no Brasil, áreas plantadas com cana-de-açúcar produzindo razoavelmente com aplicações mínimas de fertilizante nitrogenado.

Estas observações levaram vários pesquisadores a suspeitar que deveria existir alguma contribuição da fixação biológica de nitrogênio sobre esta cultura. No final da década de 50, através de estudos sobre ocorrência de bactérias fixadoras de N_2 nas plantações de cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro, observou-se a existência destas bactérias em grandes

quantidades no solo, especialmente perto das raízes (solo da rizosfera). Porém, por falta de técnicas apropriadas, não foi determinada, na época, a contribuição em nitrogênio para a cultura por estas bactérias. A partir da década de 70, isto começou a ser possível com novas técnicas que permitiram diferenciar o nitrogênio na planta proveniente do solo daquele que era assimilado através da fixação biológica de N_2 atmosférico.

Em estudos realizados no Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAB), da Embrapa, inicialmente tentou-se a quantificação da fixação biológica de N_2 associada com a variedade CB 47-89 de cana-de-açúcar, que havia acumulado o equivalente a mais de 150kg de nitrogênio/ha derivados da fixação de nitrogênio por microorganismos associados às plantas. Subsequentemente, em estudo com dez variedades de cana-de-açúcar, observou-se que as variedades que receberam as maiores contribuições de fixação biológica de N_2 foram a CB 45-3 (a mais plantada no Nordeste), a SP 70-1143 (desenvolvida pela Coopersucar e resistente à doença fúngica chamada carvão e agora a mais plantada no Estado de São Paulo) e a Krakatau, da espécie selvagem *Saccharum spontaneum* (um dos progenitores dos híbridos modernos de cana-de-açúcar).

Paralelo a estes resultados, a equipe do CNPAB descobriu uma nova bactéria fixadora de N_2 , denominada *Acetobacter diazotrophicus*. Esta bactéria é a primeira espécie descoberta do gênero *Acetobacter* capaz de fixar N_2 e despertou muito interesse internacional por ser muito resistente às condições ácidas (cresce e fixa N_2 até pH 2,5), por crescer em soluções de até 30% de açúcar e por ser incapaz de utilizar nitrato como fonte de nitrogênio. A bactéria é raramente encontrada no solo e não coloniza ervas daninhas ou outras plantas em campos de cana-de-

açúcar. Os dados obtidos indicam que a bactéria se propaga nos canaviais através dos toletes plantados no solo. Ela também foi encontrada nas raízes e nos colmos de batata-doce e capim-cameroon, duas outras plantas que são multiplicadas vegetativamente e que contêm elevados níveis de açúcar, mas não em outras plantas propagadas por sementes, como sorgo sacarino (que também acumula altas concentrações de açúcar).

A partir da explicação científica para a baixa resposta da cana-de-açúcar a adubação nitrogenada, a recomendação mais racional é reduzir ao mínimo a adubação nitrogenada nas áreas de cana-de-açúcar, principalmente no caso das variedades SP 70-1143 e CB 45-3, e utilizar a economia daí decorrente (atualmente são gastos US\$ 150 milhões na aplicação de 60kg de nitrogênio/ano, em quatro milhões de hectares) em irrigação, aumento da adubação fosfatada e de potássio e outras tecnologias com substancial aumento da produção sem necessidade de aumento de custos.

Não há por enquanto nenhuma perspectiva de uso de inoculantes, já que as bactérias fixadoras de nitrogênio atualmente descobertas (mais duas endófitas obrigatórias) ocorrem naturalmente na cana-de-açúcar. Melhorias na tecnologia de produção de cana-de-açúcar sem se tomar em consideração a capacidade de fixação de nitrogênio nesta cultura visariam, principalmente, a aumentos substanciais da adubação nitrogenada seguindo o exemplo de outras regiões produtoras de cana-de-açúcar, como Havaí, Peru ou Cuba, onde são aplicados 200 a 300kg de nitrogênio/ha/ano, o que torna a produção de álcool à base da cana energeticamente inviável, já que investem igual ou mais energia do que a obtida.

(*) Os autores são pesquisadores da Embrapa.