



## Por dentro da planta

Técnica permite traçar rota percorrida pelo silício aplicado como fertilizante | DINORAH ERENO

**A** adubação de cana-de-açúcar, batata, arroz e outras culturas com silício tem ajudado a melhorar a produtividade e a qualidade da colheita. Estudos realizados mostram que a absorção de silício pela planta aumenta a tolerância à falta de água, a capacidade de fotossíntese e a resistência ao ataque de pragas e doenças. Pesquisadores do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena) da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, no interior paulista, foram além e desenvolveram uma metodologia que permite traçar todo o caminho percorrido pelo silício fertilizante e estudar os processos de absorção, transporte e redistribuição do elemento dentro da planta (*leia matéria sobre silício na agricultura na edição 140 de Pesquisa FAPESP*). “O primeiro passo para conseguir fazer esse estudo é aplicar uma fonte enriquecida em um dos isótopos de silício, chamado de traçador, com composição isotópica diferente da natural”, diz o professor José Albertino Bendassolli, do Laboratório de Isótopos Estáveis do Cena, coordenador da pesquisa.

Os isótopos são átomos de um mesmo elemento químico que se diferenciam pelo número de massa, ou seja, a quantidade de prótons e nêutrons presentes no núcleo. O número de prótons caracteriza, por exemplo, o nitrogênio, o carbono, o enxofre ou o silício, enquanto a variação no número de nêutrons distingue os isótopos de cada um deles. Esses isótopos respondem pelas pequenas diferenças nas propriedades físicas de um mesmo elemento químico. O hidrogênio, por exemplo, o átomo mais simples do ponto de vista estrutural, possui três isótopos: o hidrogênio com massa 1 responde por mais de 99% do total desse gás na natureza, o deutério com massa 2, constituinte da água pesada, empregada na refrigeração de reatores nucleares, e o trítio, com 3, instável e radioativo.

“O método do traçador com uso de isótopos estáveis, que não emitem nenhum tipo de partícula ou radiação, possibilita avaliar as transformações e o caminho percorrido por um elemento na natureza de forma quantitativa e qualitativa”, diz o pesquisador. Isso significa que a metodologia permite acompanhar como o silício se desloca pela planta, ou seja, onde se acumula, se ele consegue sair de uma folha e ir até outra carente do micronutriente. “O marcador permite ainda fazer um estudo do metabolismo

da planta, da parte celular e genética, como, por exemplo, se determinado aminoácido é precursor de uma proteína”, diz Josiane Toloti Carneiro, que também participou da pesquisa com um projeto de pós-doutorado financiado pela FAPESP.

**Absorção restrita** - O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, mas não está totalmente disponível. “A forma como a planta consegue absorvê-lo naturalmente é restrita, por isso se faz a adubação”, diz Josiane. Atualmente existem muitas empresas que usam resíduos de escória de siderurgia, provenientes de vários materiais, como fonte de silício na agricultura. A importância desses fertilizantes tem crescido nos últimos 10 anos, embora países como Japão, China e Coreia utilizem há décadas quantidades elevadas desse elemento químico em plantações de arroz. A curiosidade científica para saber o que esse elemento de símbolo Si representa na agricultura também tem aumentado. Tanto que desde 1999 o tema tem sido discutido em um congresso mundial. Este ano, na sua quarta edição, deverá ser realizado na África do Sul.

Os estudos feitos no Cena concentraram-se em duas espécies distintas, arroz (gramínea) e feijão (leguminosa), acumuladoras de silício. O milho, inicialmente selecionado para ser estudado, foi substituído pelo feijão. As pesquisas consistiram em analisar as duas plantas cultivadas em solução nutritiva sem aplicar o silício enriquecido e com aplicação do isótopo <sup>30</sup>Si, o mais pesado dentre os três isótopos estáveis do Si

(massas 28, 29 e 30) e encontrado em menor quantidade na natureza. “Percebemos que quando o silício era aplicado na planta praticamente toda a quantidade absorvida era direcionada para as folhas em curto espaço de tempo”, diz Josiane. Em outras partes foi detectada uma quantidade baixa do elemento. Quando ele ficou acumulado em grande quantidade, os pesquisadores tiraram a fonte de silício disponível nas folhas velhas e deixaram crescer folhas novas para ver se ele iria ser redistribuído, o que não aconteceu. “Não houve nenhuma absorção pelas plantas novas, ao contrário de outros fertilizantes”, diz Bendassolli. Se uma parte da planta está precisando de nitrogênio, por exemplo, ele migra de onde está acumulado para onde é mais necessário naquele momento. “A metodologia é uma ferramenta importante porque o silício tem sido aplicado como fertilizante, mas não se sabe exatamente qual a função fisiológica desse elemento químico na planta”, diz a bióloga Lílian Aparecida de Oliveira, que faz doutorado no Cena e participa do projeto.

A análise das plantas é feita em um espectrômetro de massas, equipamento que faz a determinação da abundância isotópica do elemento químico de interesse apenas com frações gasosas. O espectrômetro utilizado no Cena é um exemplar único fabricado na Alemanha na década de 1960. A análise começa com a coleta e o tratamento das amostras do solo ou da planta. As impurezas são removidas com um ataque químico ácido, que separa a fração de silício contida na amostra. Em seguida, alguns reagentes são colocados na fração para que o silício precipite e possa ser transformado em um sal, posteriormente decomposto em alta temperatura em uma linha de vácuo para produzir e separar o gás tetrafluoreto de silício. Depois ele é introduzido no espectrômetro de massas para as análises isotópicas.

O método para determinação espectrofotométrica de silício em amostras agrônômicas foi publicado na revista *Communications in Soil and Plant Analysis*, da Universidade da Geórgia, Estados Unidos, em junho de 2007. A parte que trata da técnica para determinação isotópica de silício foi aceita pela revista *Analytical Letters*, de Nova York, e está aguardando publicação. ■

### ▶ O PROJETO

*Determinação isotópica de Si por espectrometria de massas para estudos de absorção e mobilidade nas culturas de arroz e milho*

**MODALIDADE**  
Auxílio Regular a Projeto de Pesquisa

**COORDENADOR**  
JOSÉ ALBERTINO BENDASSOLLI - USP

**INVESTIMENTO**  
R\$ 58.941,87 (FAPESP)