

Efeito de diferentes doses de Volastonita (0, 2, 4, 8 e 16 gramas por kg de solo) no controle de brusone e crescimento do arroz, em condições de inoculação artificial com uma raça de *Pyricularia grisea*.

Fotos: CNPAF



# Silício para quem precisa

O silício (Si) é considerado o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e o mais abundante em solos tropicais. Porém, é encontrado, na sua quase totalidade, na forma de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) predominantemente nas formas de quartzo, opala ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) e outras formas não disponíveis às plantas, que se formaram durante os processos de intemperização dos solos.

O Si não é um elemento essencial às plantas, do ponto de vista fisiológico, mas é um elemento muito importante e benéfico para muitas plantas. A literatura é farta em resultados de pesquisa demonstrando efeitos adversos relativos ao crescimento, desenvolvimento e reprodução de algumas plantas em condições de extrema deficiência de Si. O Si é absorvido do solo na forma de  $\text{Si(OH)}_4$  e encontrado no tecido vegetal, geralmente, em níveis que variam de 0,1 a 10%, com base em peso seco, podendo variar para mais ou menos dependendo da espécie. Se comparado quantitativamente com outros elementos como o Ca, por exemplo, que é encontrado no tecido vegetal na faixa 0,1 a 0,6% ou S que varia de 0,1 a 1,5%, o Si é absorvido pelas plantas em grandes quantidades, como é o caso do arroz, que absorve 108% mais Si do que N.

## Efeito em arroz

As pesquisas com silício (Si) na cultura do arroz tiveram início no Japão a partir da observação do pesquisador I. Onodera em 1917, de que folhas de arroz afetadas por brusone continham menos Si do que folhas saudáveis. Este foi, provavelmente, o primeiro relato sugerindo um efeito do Si sobre a resistência das plantas de arroz a doenças. Desde então, houve naquele País uma fase de pesquisas intensas sobre Si até 1968. Durante este período, muitas pesquisas foram realizadas não só no Japão, mas também em outros países do continente Asiático como Coreia e Taiwan, objetivando demonstrar a relação de causa e efeito do Si na planta de arroz.

Depois de comprovado o efeito positivo do Si sobre as plantas de arroz tornando as plantas mais resistentes a doenças fúngicas, principalmente à brusone, o pesquisador H. Suzuki e seus colaboradores em 1952, demonstraram a eficiência agrônoma das escórias de siderurgias ricas em Si "disponível" em campos comerciais de arroz e introduziram, a partir de então, estes silicatos como prática comum de fertilização no Japão e Coreia. Em média o aumento de rendimento do arroz irrigado nestes países é de 10%

nos solos adubados com silicato de cálcio. Os estudos sobre esse assunto prosseguiram até o início dos anos setenta e, depois houve um "vazio" de aproximadamente 30 anos, devido, provavelmente, ao maior interesse dos pesquisadores pelos fungicidas e fontes genéticas de resistência como medida de controle mais eficiente das doenças.

O conhecimento disponível em relação ao Si sobre mecanismos de resistência das plantas de arroz à *Pyricularia grisea* tem sido utilizado como base para pesquisas sobre outros patógenos. Estudos realizados no Japão e revisados por Suzuki (1965) sobre a natureza da resistência das plantas à brusone, com referência ao Si, contribuíram substancialmente para entender tal mecanismo e formular resumidamente os seguintes conceitos: (1) A resistência das plantas às doenças é principalmente de natureza mecânica; (2) A penetração do patógeno é menor em plantas com teores mais elevados de Si devido à barreira mecânica formada pela acumulação de sílica na epiderme da folha; (3) Cultivares resistentes contêm quantidades mais elevadas de Si do que cultivares suscetíveis à brusone e o grau de resistência aumenta à medida que aumenta a quantidade de sílica aplicada; aplicações pesadas de nitrogênio



diminui a acumulação de sílica nas folhas mais novas, predispondo a planta à maior incidência de brusone no "pescoço" da panícula; (4) Mais de 90% do Si encontrado na planta encontra-se na forma de sílica gel localizada principalmente na epiderme. Esta camada de sílica gel reduz as perdas de água por transpiração e previne a invasão de fungos e ataques de insetos; (5) A suscetibilidade das plantas de arroz aumenta nas condições de déficit hídrico e a aplicação de silicato de cálcio pode, nestas condições, contribuir para maior resistência tanto à seca quanto à incidência de doenças.

Além do efeito dos silicatos contribuindo para reduzir a incidência de doenças, estes produtos apresentam também efeitos positivos sobre o crescimento, desenvolvimento das plantas e rendimento de grãos, e também no solo, aumentando a fertilidade do solo, reduzindo a acidez do solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes, reduzindo a acumulação de elementos tóxicos, melhorando a nutrição das plantas, melhorando a qualidade das sementes, melhorando a arquitetura das plantas com folhas mais erectas, melhorando a eficiência no uso da luz do sol, aumentando o perfilhamento e o número de grãos cheios/panícula. Silicatos são, portanto, recomendados principalmente quando as plantas de arroz são submetidas aos estresse biótico ou abiótico.

### Fontes de silicato

Várias escórias ou subprodutos dos processos industriais da fabricação de aço e de superfosfatos, são usados rotineiramente no Sul da Flórida nos EUA, no Japão e em outros países da Ásia, como fertilizantes silicatados. Porém, há uma grande variação na composição e disponibilidade de Si dessas escórias, o que significa que nem todas as fontes de Si são iguais e que possam ser aplicadas ao solo.

Observe-se na foto que a percentagem de Si na palha de arroz aumentou com as doses de fertilizantes silicatados, mas variou de acordo com as fontes utilizadas no experimento. Apenas para se ter uma idéia, no Japão essas escórias para serem reconhecidas como fertilizantes silicatados devem apresentar especificações mínimas de tamanho de partícula, quantidade de Ca, alcalinidade (Ca + Mg solúvel em HCl), conter no mínimo 20% de  $\text{SiO}_2$  extraíveis em HCl 0,5 M e teores máximos de Ni, Cr e Ti.

### Resultados no Brasil

No Brasil a necessidade de adubação silicatada da cultura do arroz não tem sido suficientemente avaliada como naqueles países. As pesquisas sobre este assunto foram iniciadas recen-

temente na Embrapa Arroz e Feijão e os dados não são, ainda, suficientes para estabelecer recomendações de adubação com silicato de cálcio. Para isso há necessidade de conduzir grande número de experimentos em várias regiões, principalmente onde doenças e pragas são limitantes ao desenvolvimento da cultura do arroz.

Os dados preliminares sobre Si solúvel em algumas áreas do Brasil Central indicaram teores de Si disponível em ácido acético 0,5 M, variando de 8,8 a 66,4 mg  $\text{litro}^{-1}$  com média de 31,5 mg  $\text{litro}^{-1}$  (Barbosa Filho, dados não publicados). Como esta faixa de variação é larga, é possível que em alguma área possa ocorrer deficiência de Si e, portanto, espera-se que culturas exigentes em Si, como é o caso do arroz, respondam à aplicação de silicato de cálcio. Alguns experimentos de campo, neste sentido estão em andamento na Embrapa Arroz e Feijão com resultados promissores quanto aos efeitos do silicato aplicado na forma de escória, na elevação do pH do solo, teores de cálcio, fósforo disponível (Mehlich-1), e percentagem de saturação por bases e teor de Si disponível em ácido acético 0,5 M. Na palha do arroz, analisada por ocasião da colheita, observa-se aumento quadrático e significativo ( $P < 0,05$ ) da percentagem de Si em função, tanto das doses de silicato quanto dos teores de Si disponível no solo.

Em relação a doenças, as pesquisas realizadas demonstraram que a adubação do arroz com 200 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{SiO}_2$  na forma de volastonita, um mineral de Si, reduziu em 17,5% a severidade das manchas dos grãos do arroz de sequeiro e aumentou em 20% o peso de grãos.

Os experimentos realizados na Embrapa Arroz e Feijão por A.S. Prabhu e colaboradores, utilizando diferentes fontes brasileiras de silício nas condições de inoculações artificiais em casa de vegetação, mostraram resultados promissores no controle da brusone nas folhas. A severidade da brusone reduziu com aumento das doses de volastonita, resultando em aumento no crescimento da planta.


### Perspectivas do estudo

Nos moldes em que a agricultura está sendo praticada atualmente no Brasil, com produtores aderindo cada vez mais ao sistema plantio direto, ao cultivo mínimo e a rotação de culturas, as condições para o desenvolvimento de doenças e pragas são favoráveis e à utilização de silicatos poderá ser uma alternativa de manejo integrado



Morel explica a importância do silício para o arroz

no controle fitossanitário do arroz de terras altas. O manejo das doenças tem sido feito através da utilização de cultivares mais resistentes às doenças ou de fungicidas. Embora estes métodos diminuam a incidência das doenças, a complexidade de raças dos patógenos causa quebra de resistência nos primeiros anos do lançamento das cultivares.

Quanto ao fungicida, além de ser um insumo de alta tecnologia, que nem sempre é adequado aos pequenos produtores, pode trazer sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. É necessário, portanto, buscar outras alternativas mais sustentáveis de controle de doenças. Uma alternativa pode ser a de melhorar a nutrição mineral das plantas para torná-las mais resistentes às doenças. Neste caso, a combinação de adubação silicatada com dosagens mínimas de fungicidas pode resultar numa perspectiva de futuro, mas que precisa ser estudada nas condições brasileiras. Para que esta estratégia de controle de doenças ou de correção de solos com silicatos seja seguida, é necessário antes, proceder a uma avaliação de fontes brasileiras de silicatos ou escórias disponíveis e o efeito potencial dessas fontes quanto às exigências mínimas estabelecidas em legislação para uso na agricultura. Como características desejáveis das fontes de Si para serem usadas na agricultura podem ser mencionadas a alta solubilidade, alta disponibilidade de Si, boas propriedades físicas, teores mínimos de contaminantes (elementos pesados) e apresentarem baixa relação custo/benefício que compense a adoção dessa tecnologia. 

**Morel Pereira Barbosa Filho,  
Anne Sitarama Prabhu,  
Embrapa Arroz e feijão**