

Silicio para la Nutrición y Protección Vegetal

¿Qué es el silicio?

El silicio (Si) es el segundo elemento más abundante en la litosfera. Presente en casi todos los minerales en forma no biodisponible. Los suelos ácidos suelen contener concentraciones bajas de Si en la solución del suelo. Este elemento no existe de forma natural en estado libre, generalmente se encuentra en forma de dióxido de silicio y en silicatos complejos. Los minerales que contienen silicio constituyen cerca del 40 % de los minerales comunes, incluyendo más del 90 % de los minerales que forman rocas volcánicas. Tiene características compartidas con el carbono, tales como: estar en la misma familia, no ser metales, poder constituir compuestos parecidos en estructura a las enzimas (zeolitas). El silicio es absorbido por las plantas como ácido monosilícico Si(OH)_4 , es transportado por el Xilema y su distribución dentro de la planta depende de la velocidad de transpiración de sus diferentes partes. Se han encontrado que las aplicaciones de silicio aumentan los rendimientos de arroz desde el 1 hasta el 30 %, en caña del 7 al 45 %. La adición de silicio se encuentra en el límite entre la nutrición, la bioestimulación y la protección vegetal; en contraposición de la creencia general de que el silicio no es un elemento esencial.

Ventajas de incluir al silicio en la nutrición vegetal

Muchos autores no consideran al silicio un elemento esencial para las plantas, sin embargo, se ha demostrado que sí es un elemento benéfico para los cultivos, al proveer una mayor resistencia y protección contra diversos factores bióticos y abióticos. Las plantas que mayormente acumulan silicio son las monocotiledóneas y en dicotiledóneas se reporta nula absorción con excepción de las familias *Urticaceae* y *Cucurbitaceae*.

Conforme a trabajos realizados, los beneficios del silicio al incluirse en programas de fertilización son: mayor crecimiento vegetal, plantas más fortalecidas y compactas, hojas más fuertes, mayor fotosíntesis, mayor tolerancia a condiciones de baja luminosidad, y tolerancia a estrés hídrico y térmico. Otros efectos benéficos comprobados del silicio son la reducción de pérdida de agua cuticular por la acumulación de silicio en la epidermis, en pruebas realizadas sobre cultivos de arroz y trigo. Otros autores reportan que con un adecuado suministro de silicio en cereales se obtiene mayor resistencia al acame. Finalmente se considera que el silicio aumenta la tolerancia de las plantas a toxicidades por manganeso (Mn). Marschner sugiere que el silicio genera una distribución más uniforme del Mn dentro de la hoja, de los vasos a los tejidos que los rodean (síntomas característicos de toxicidad por Mn son: acumulación de manchas pardas rodeadas por zonas cloróticas y necróticas).

En el caso del arroz existe una relación estrecha entre los contenidos de silicio en la paja y los rendimientos de arroz integral. El silicio además promueve una mayor formación de órganos reproductivos (Tabla 1).

Cuadro 1. Efecto del suministro de silicio sobre el crecimiento y rendimiento en grano del arroz de tierras bajas (Okuda y Takahashi, 1965).

	Altura cm	Numero de panículas/maceta	Número espiguillas por panícula	Porcentaje de granos completamente maduros	Peso de granos maduros, g/maceta
Sin Si	85	9.5	49.3	55	5.25
Con Si	94.5	11.6	63.2	76	10.83

Efectos positivos del silicio en la sanidad de los cultivos

La aplicación vía foliar de silicio soluble comúnmente se realiza aplicando silicato de potasio (K_2SiO_3). Las dosis sugeridas por varios trabajos de investigación son del orden de 40 a 59 mg/L de Si. Importante considerar este dato para no limitar la absorción de otros macronutrientes o disminuir el rendimiento del cultivo. Muchos autores no descartan la posibilidad que el silicio da mayor resistencia a los tejidos vegetales ante el ataque de plagas y enfermedades. Investigaciones solidas consideran que el silicio provee: mayor resistencia al maíz contra el taladrador europeo *Ostrinia nubilalis*, prevención contra el ataque de Sigatoka en banano causada por *Mycosphaerella fijiensis*, en fresa y cucurbitáceas se reporta mayor

resistencia al ataque de oídio causado por *Powdery mildew*. La planta absorbe por la raíz o vía foliar silicio que es llevado hasta las células epidérmicas externas y está presente en forma de silicio amorfo o fotolitos opalinos con forma tridimensional definida. Por otro lado, al ácido monosilícico se le relaciona con algunos precursores de la síntesis de lignina, para la formación de algunos complejos poliméricos de silicio disminuyendo la concentración de compuestos fenólicos.

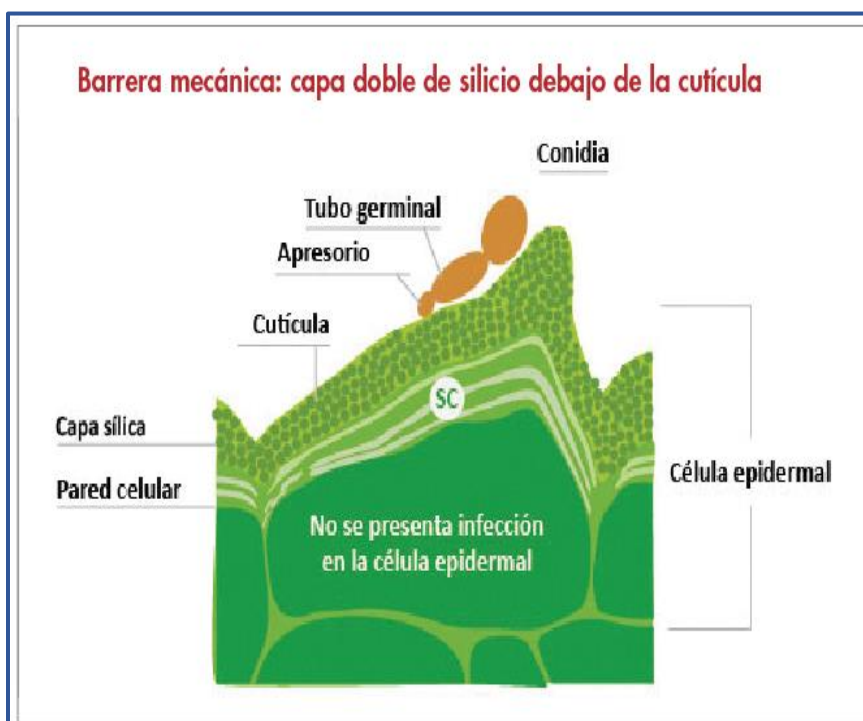


Figura 1. Silicio formando parte de células epidérmicas externas. Créditos: Productores de hortalizas.com

Efectos de la fertilización al suelo con silicio

Sobre el silicio se ha documentado que aplicaciones de silicato de sodio en dosis anuales de 450 kg /ha aumentan la disponibilidad del fósforo en suelos altamente meteorizados, también se ha encontrado efectos muy similares en aplicaciones de CaSiO_3 . La explicación más aceptada es que el H_2PO_4^- absorbido por los óxidos de Fe y Al es desplazado por el silicato adicionado. Este fenómeno se da de manera rápida en condiciones ácidas o neutras.

En suelos arenosos se pueden encontrar concentraciones de silicio de hasta 40 %, en contraste de los suelos ácidos que contienen menos de 9 % de Si. Concentraciones de 0.9 – 2 ppm en suelo son considerados insuficientes para el establecimiento de caña de azúcar. Las concentraciones medias de la mayoría de los suelos respecto al silicio son de 3 a 37 ppm. En el caso del cultivo de arroz se considera un nivel óptimo una concentración mayor a 100 ppm. La concentración del silicio en suelo es controlada primordialmente por el pH del que dependen las reacciones de absorción. El silicio es absorbido por superficies de óxidos de Fe y Al, y también es susceptible de lixiviarse.

Las fuentes más comunes de silicio para enmiendas a suelos son:

- Escorias de silicato de calcio ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) que contienen de 18-21 % Si
- Metasilicato de calcio (CaSiO_3) 31 % Si
- Metasilicato de sodio (NaSiO_3) 23 % Si

Finalmente se ha observado que la presencia de cantidades altas de silicio en el sistema suelo - planta aumenta la proporción de espacios llenos de aire en los brotes de raíces, permitiendo la llegada de más O_2 a las raíces, aumentando el poder oxidante que reduce los niveles tóxicos de Fe y Mn en la zona de la rizósfera, volviéndolos inofensivos.

Fuentes consultadas

Halvin, J. L., Tisdale, S. L., Beaton, D. J., Nelson, L. W. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. Ed. Pearson. New Jersey. 292:3.

Mengel, K; Kirkby, E. 1987. Principios de Nutrición Vegetal. IPI. Suiza, Basel. 577:80.

Arce, M. H. 2012. Nutrición Silíceo en Fresa. Tesis MC. Uach. Texcoco, México. 16:20.