

La Importancia del Zinc en las Plantas y su Dinámica en el Suelo

Las funciones del zinc (Zn) en las plantas

El Zn es un elemento de poca movilidad dentro de la planta, pero con numerosas funciones críticas. La estructura y funcionalidad de muchas enzimas dependen de la presencia de Zn en la planta. Aproximadamente 2,800 proteínas dependen del Zn para que puedan sintetizarse y actuar. Se requiere para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y en la transformación de los azúcares en almidón. Participa también en el metabolismo de hormonas al regular el nivel de auxinas a través de la síntesis del aminoácido triptófano.



Figura 1. Casi la mitad de las tierras de cultivo de cereales a nivel mundial contienen baja disponibilidad de zinc para las plantas. Fuente: Cakmak, 2015.

En los procesos de maduración y producción de semillas, el Zn favorece formación y fertilidad del polen, por ello la deficiencia de Zinc tiene mayor efecto en el rendimiento del grano que en el desarrollo vegetativo. También ayuda al mantenimiento e integridad de las membranas celulares y aporta tolerancia a las plantas ante patógenos, especialmente los del suelo.

Como dato curioso, en la actualidad el Zn constituye quizá el micronutriente más deficiente en el mundo. Sumado a esto, se sabe que su deficiencia puede reducir los rendimientos de los cultivos en un 20 % sin manifestar síntomas (hambre oculta).

La dinámica del Zn en el suelo

La deficiencia de Zn suele presentarse con mayor frecuencia en suelos arenosos, mientras que en los arcillosos es menos frecuente por la capacidad de adsorción y retención de estos suelos. Del contenido total de Zinc, solo el que está en la solución del suelo y el que puede ser fácilmente desadsorbido es disponible para las plantas, pero también es fácilmente lixiviado como sucede en los suelos tropicales. El Zinc es absorbido principalmente en forma Zn^{2+} o, en condiciones de pH alto, como $ZnOH^+$.



Figura 2. Grados de deficiencia de Zinc en maíz. Incluso sin síntomas aparentes, una deficiencia de zinc puede ocasionar pérdidas de hasta 20 % en el rendimiento de los cultivos. Fuente: Cakmak, 2015.

La disponibilidad de Zn se reduce al incrementar el pH, esto es muy notorio en particular después de un $pH > 7.4$, debido a

un incremento en la capacidad de adsorción, presencia de formas hidrolizadas de Zn y una posible adsorción por el carbonato de calcio. Por esta razón, los suelos alcalinos y calcáreos tienden a presentar con mayor frecuencia deficiencias de Zn.

La materia orgánica del suelo constituye a mejorar la disponibilidad del Zn al formar complejos orgánicos móviles que la planta puede absorber. Por el contrario, su disponibilidad disminuye con altos niveles de fósforo y cobre. Otros factores que han contribuido a agravar el problema de son el uso de fertilizantes cada vez más puros, experiencias de mayores potenciales de rendimiento de los cultivos y el no incluir este micronutriente en los planes de fertilización.

Referente a la relación fósforo-zinc, los excesos de fósforo reducen la infección de las micorrizas, lo que afecta significativamente la absorción de Zn. El hierro y manganeso en altas concentraciones también inhiben la absorción de Zn, posiblemente por la competencia en el sistema de transporte al



interior de la planta. Otros factores que la disponibilidad del Zn son la remoción de la capa arable del suelo por la nivelación o erosión y suelos fríos.

El diagnóstico del Zn por medio del análisis de suelo

El análisis de suelo es fundamental para determinar cuándo y en qué forma se debe realizar una aplicación de fertilizantes con Zn y asegurar que no ocurra una deficiencia en el cultivo, ni tampoco se acumule en el suelo a niveles tóxicos. El método más eficiente y que Fertilab emplea para la extracción de Zn es donde el ácido dietilentriaminopentacético–trietanolamina (DTPA-TEA) es el agente quelante y la determinación de la concentración de Zn se mide por Espectrofotometría de Absorción Atómica (AES). En el Cuadro 1 se muestran los niveles de interpretación de Zn en el suelo. Otros métodos de diagnóstico, como el uso del método Melich 3 o del HCl, no son eficientes para lograr este propósito, por lo que se recomienda recurrir siempre al método del DTPA y evitar procedimientos de análisis que pueden resultar más baratos, pero que resultan ineficientes en el diagnóstico.

Cuadro 1. Interpretación de los niveles de Zinc en el suelo, extraído con DTPA-TEA.

Elemento y método	Nivel de Zn en el suelo (ppm)						
	M.B.*	B.	Mod. B.	M.	Mod. A	A.	M. A.
Zinc DTPA-TEA	<0.3	0.3 - 0.6	0.7 - 1.2	1.3 - 2.5	2.6 - 5.0	5.1 - 8.0	>8.1