

El Níquel en la Nutrición de Cultivos

El níquel, un elemento esencial

Hasta hace medio siglo atrás(1954) ya se conocían varios elementos vitales para el crecimiento de las plantas como: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, y zinc. Recientemente se han agregado a esta lista, otros elementos tales como: cobalto (Co), níquel (Ni) y selenio (Se). Todos los anteriores elementos cumplen los principios de esencialidad propuestos por Arnon y Stout en 1939; dicho principio se resume de la siguiente manera: Un elemento será esencial cuando cumpla con al menos uno de los siguientes criterios:

- Directo: el elemento es parte de un compuesto vital o de una reacción coyuntural en el ciclo de vida de la planta.
- Indirecto: a la ausencia de este elemento la planta no podrá cumplir con su ciclo de vida, por tanto evidenciara síntomas de ausencia, debido a que no habrá otro elemento que lo sustituya.

En 1946 Roach y Barclay reportaron en experimentos con papa, haba y cebada donde se manifestaron incrementos de rendimiento con la aplicación de Níquel vía foliar, (International Plant Nutrition (IPNI), 2012). Algunos investigadores que consideraron al níquel como esencial son: 1975 Dixon, Eskew *et al* 1983 y 1984 y Brown en 1987.

Importancia del níquel en las plantas

Ahora se tiene la certeza de que el Ni cumple con los 2 criterios de esencialidad citados al principio, de las funciones que se alteran a falta de níquel están: la hidrólisis de la molécula de la Urea dentro de la planta, la perturbación del metabolismo de algunos

Elemento	Referencia
Fe	Sachs, 1860
Mn	McHague, 1922
B	Warington, 1923
Zn	Sommer y Lipman, 1926
Cu	Lipman y MacKinney, 1931
Mo	Arnon y Scout, 1938
Cl	Broyer et al., 1954
Co	Delwiche et al., 1961
Ni	Eskew et al., 1983
Se	Wen y Chen, 1988
Na*	Brownell, 1965
Si**	Epstein, 1999

* Esencial para especies halófitas y, posiblemente, de metabolismo C4.
 ** Benéfico o cuasi-esencial.

Cuadro 1. Descubrimiento de la esencialidad de los nutrientes en plantas. Fuente: IPNI.

ureidos; acumuladode Ac. lactanticos, pero tal vez el más claro ejemplo de la deficiencia de este elemento manifiesta en que las hojasjóvenes muestran machas oscuras al centro, sugiriendo que la planta disminuye su respiración.La ureasa es una enzima que tiene mucha importancia en la nutrición vegetal, ya que cuando se fertiliza con urea, esta enzima es la responsable de hidrolizar la urea en amoniaco y así poder ser aprovechada por las plantas.



Figura 1. Síntomas de deficiencia de Ni en nogal pecanero. Se requieren de 5-15 ppm de Ni en tejido foliar para este cultivo. Fuente: Cakmak, 2013.

El síntoma más típico observado por deficiencia de níquel o exceso de Zn como antagonista se manifiesta como : Oreja de ratón: expresión muy coloquial que describe el enrollamiento de las hojas jóvenes en el nogal pecanero, que también se tornan manchadas por tonos oscuros en contornos redondos; este síntoma se describió desde 1918 pero se asoció durante años a desordenes por frío o virus, dicho síntoma se logró comprobar como deficiencia al realizar análisis foliares de árboles con el síntoma y arboles con hojas sanas; estos trabajos fueron realizados y descritos por Wood et al en 2004.

El níquel en el suelo

Este micronutriente existe en el suelo en las formas: Ni en la solución del suelo, intercambiable y no intercambiable, en minerales, y asociado con la materia orgánica. El Ni es absorbido por las plantas en forma de catión divalente Ni^{2+} y es requerido por las plantas superiores en bajas concentraciones, necesario en el metabolismo del nitrógeno y la germinación de la planta. Los cultivos como la avena son sumamente sensibles a dicho elemento. Algunos estudios muestran que en los suelos deficientes de Ni se ven limitadas las actividades enzimáticas de *Rhizobiumleguminosarum*. Las principales causas de su deficiencia en el suelo son bajo contenido de formas disponibles en el suelo, suelos con $pH > 7.0$, suelos arenosos o con baja CIC, altos contenidos de Ca, Mg, Cu o Zn, altos niveles de fósforo, suelos secos y/o fríos a principios de primavera, aplicaciones de altas cantidades de nitrógeno a principios de la primavera y, nematodos que dañan el sistema radicular.

Factores	Co	Ni	Se	Si	Na
Textura	Arenosa	-	-	-	-
pH	Neutro, alcalino o muy ácido	> 6.5	Ácido y neutro	> 7	Muy ácido
Materia orgánica	Alta	-	Alta	Alta	-
Régimen de humedad	Alta humedad	Sequía	Anegamiento	-	Alta
Otros factores	Libre de CaCO ₃ Alto Fe y Mn Suelos excesivamente cultivados	Encalado excesivo, alto Zn, Mg, P y Cu, dosis altas o tardías N. Ataque de nemátodos	Alto óxidos de Fe y SO ₄ ⁼	Encalado Alto Fe y Al	-
Valores críticos en suelos (mg kg ⁻¹)	0.02-0.3	0.10-0.40	0.04	5.00 (pobre)	-
Cultivos con respuesta más frecuente	Legumbres, mango, rosa	Cereales, haba, papa, nuez pecán, soja	-	Arroz, caña de azúcar, pepino, tomate	<i>Atriplex vesicaria</i> , Plantas C4

Cuadro 2. Factores que limitan la disponibilidad de micronutrientes, tomado de Mengel y Kirby, 2002.

Como aplicar níquel

De las fuentes para la aplicación de Ni una de las más usadas es el sulfato de níquel (NiSO₄*6H₂O). Una o dos aplicaciones foliares de una solución con una concentración de 10 a 100 mg de Ni L⁻¹ (más urea y surfactante), pueden corregir la deficiencia y asegurar normal crecimiento. Las aplicaciones deben hacerse durante fases tempranas de expansión del follaje o poco después del apareamiento de brotes. La aplicación de Ni en algunas semillas como la cebada y la soya permite mayor porcentaje de germinación y uniformidad.

Fuentes consultadas

Beltrán, M. J., & Guerra, V. I. 2013. Nutrientes esenciales se vuelven Tóxicos. <http://inta.gov.ar/noticias/cuando-los-nutrientes-esenciales-se-vuelven-toxicos/>

International PlantNutrition. 2012. Los más recientes micronutrientes vegetales. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. 9 p.