

INTRODUCCION

Para obtener una planta bien nutrida es necesario suministrar todos los nutrientes minerales y que éstos estén presentes en los tejidos en proporciones balanceadas. Se ha demostrado que existen en las plantas relaciones definidas entre determinados nutrientes y que estas relaciones son importantes para el adecuado desarrollo y producción de los cultivos. El exceso de un nutriente, la falta de otro o la presencia de los dos factores al mismo tiempo hace que el balance se rompa y en consecuencia se perjudiquen el crecimiento y el rendimiento. La relación fósforo (P) zinc (Zn) es un ejemplo de esto.

DEFICIENCIA INDUCIDA DE ZINC

Entre las limitaciones de naturaleza química de los suelos de América Latina, se encuentra la deficiencia de P. Esto está relacionado con la gran capacidad de los suelos tropicales (oxisoles, ultisoles y andisoles) de fijar este elemento. Para eliminar esta deficiencia y obtener rendimientos adecuados es necesario utilizar apreciables cantidades de P. En estos casos se observa comúnmente la presencia de deficiencias de Zn.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de un experimento conducido en macetas, con un suelo ácido de Brasil, empleando maíz como planta indicadora. Se observa que al incrementar la dosis de P de 0 a 300 ppm se incrementa también la producción de materia seca, pero el contenido de Zn en los tejidos baja.

Este es un aspecto importante en el diagnóstico foliar del estado nutricional de las plantas que muchas veces es ignorado o poco entendido. Lo que simplemente sucede en este caso es que el incremento en materia seca diluye en los tejidos el contenido de Zn que hasta ese punto es adecuado. Este es un fenómeno común conocido como efecto de dilución que algunas veces confunde el diagnóstico. El hecho concreto es que la concentración de Zn en el tejido es adecuada y no limita el rendimiento como se observa en la Tabla 1.

Cuando se incrementa la dosis de P de 300 a 600 ppm se observa que la producción de materia seca se reduce drásticamente y que la concentración de Zn en los tejidos es muy baja (5 ppm). Este fenómeno, completamente diferente al descrito anteriormente demuestra que la planta simplemente no absorbió las cantidades necesarias de Zn para mantener el rendimiento. En este caso, se observa claramente que existió una deficiencia de Zn inducida por el P.

Este fenómeno es conocido desde hace mucho tiempo. Se consideró por largo tiempo que el fenómeno ocurría por la reacción de P con el Zn en el suelo formando fosfato de zinc insoluble. Sin embargo, esta explicación fue abandonada cuando se demostró que los fosfatos de zinc son solubles y que pueden servir como fuente de estos dos nutrientes. Los mecanismos de la deficiencia de Zn inducida por P son diferentes y se discuten a continuación.

* Malavolta, E. Centro de Energía Nuclear na Agricultura Universidade de Sao Paulo Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.

Tabla 1. Efecto de la fertilización fosfatada en el crecimiento y contenido de zinc en el maíz.

Tratamiento (ppm P)	Materia Seca (g/pl)	Zinc (ppm)
0	4.7	25
300	15.0	10
600	7.5	5

MECANISMOS

Se conocen dos mecanismos que explican la deficiencia de Zn inducida por P. Dependiendo de las condiciones puede operar uno o los dos al mismo tiempo.

INHIBICION DE LA ABSORCION DE Zn

Como se puede observar en la Figura 1, a medida que se incrementa la concentración de P en el suelo, disminuye la absorción de Zn por las raíces. Se trata de una inhibición del tipo no competitivo; es decir, los dos elementos son absorbidos con la mediación de distintos transportadores.

Si el pH del medio es alto (mayor que 7) y el catión acompañante del Zn es Ca, ocurre precipitación del Zn en la superficie de las raíces y como consecuencia disminuye su absorción.

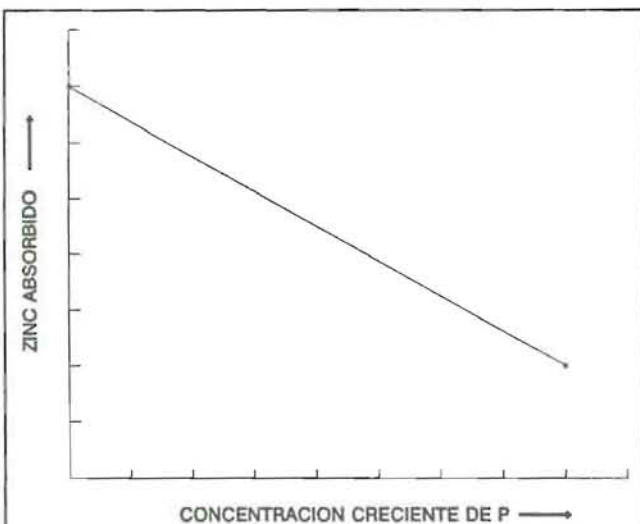


Figura 1. El incremento en la concentración externa de P disminuye la absorción de Zn.

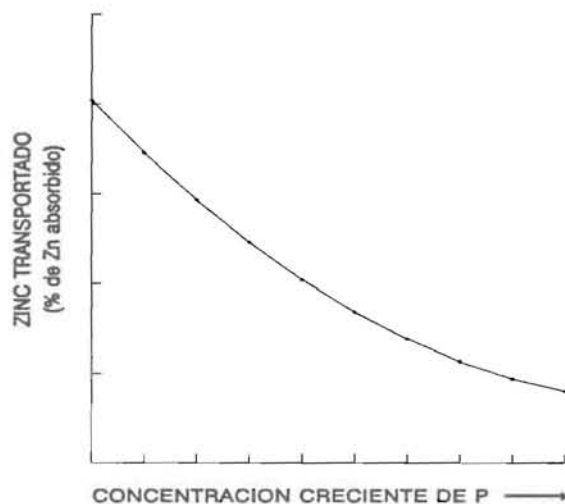


Figura 2. Efecto de las concentraciones altas de P en el transporte de Zn a larga distancia dentro de la planta.

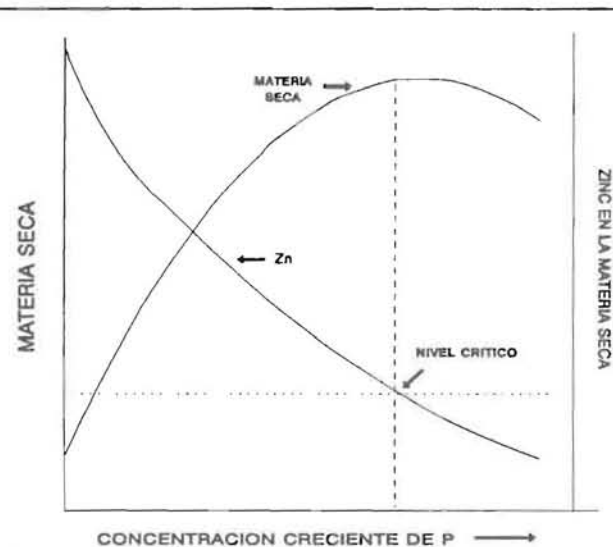


Figura 3. Efecto de las concentraciones altas de P en el contenido de Zn en los tejidos y en la producción.

TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA

En presencia de altas concentraciones de P se reduce no solamente la absorción de Zn por las raíces, sino que también se reduce el transporte de este nutriente a larga distancia, dentro de la planta, como se ilustra en la Figura 2. Este fenómeno se debe a la precipitación de Zn por el P en los vasos conductores de la savia.

EFECTO COMBINADO

El suministro de fertilizantes fosfatados en suelos con contenidos bajos o medios de P permite un indiscutible aumento en la producción como se observa en la Tabla 1. Sin embargo, en condiciones de concentraciones muy altas de P en el suelo, la concentración de Zn en la materia seca disminuye progresivamente (Figura 3). Si se continúa incrementando el suministro de P, la concentración de Zn en los tejidos se reduce aun más, debido al efecto combinado de los mecanismos descritos anteriormente (inhibición en la absorción y disminución en el transporte a larga distancia). Cuando el contenido de Zn en los tejidos se reduce a niveles menores que las concentraciones necesarias para producir rendimiento adecuado (concentraciones críticas), el rendimiento del cultivo se reduce considerablemente.

CONTROL

La presencia de síntomas visuales de deficiencia de Zn en los cultivos (entrenudos más cortos; hojas angostas, pequeñas y cloróticas) no permiten diagnosticar exactamente los agentes causales de la deficiencia. Estos agentes pueden ser pobreza de Zn en el suelo, pH muy alto (ya sea natural o consecuencia del encalado) o exceso de P.

El análisis de suelo puede dar la información necesaria, sin embargo, se obtiene información adicional con el análisis foliar. Si existe demasiado P y poco Zn en el tejido foliar existe mayor probabilidad de que la condición se deba a una deficiencia de Zn inducida por el P.

Si el contenido de P en el suelo y en las hojas es muy alto, se debe suspender durante cierto tiempo el suministro de fertilizantes fosfatados y se debe aplicar Zn al cultivo. En cultivos de ciclo corto se puede suministrar Zn al suelo, mientras que en cultivos perennes se pueden hacer aplicaciones foliares.