

## ELEMENTOS ESCASOS DEL SUELO

### El Manganeso en los suelos y en las plantas

Es conocido desde antiguo que las plantas necesitan para su normal desarrollo elementos minerales que toman del medio en que viven. Estos elementos, en número aproximado de dieciocho, desempeñan un papel muy distinto en el organismo vegetal. Unos entran a formar parte de combinaciones orgánicas, otros quedan libres, mientras se desconoce, o al menos no se sabe con seguridad el papel que desempeñan algunos otros en el crecimiento de los vegetales.

De esta totalidad de elementos, unos son necesarios para las plantas en cantidades considerables, tales como el fósforo, nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, y se llaman por esto elementos principales. De la misión e importancia de algunos de ellos nos hemos ocupado anteriormente en estos mismos boletines. Otros son requeridos para el normal desarrollo en cantidades muy pequeñas, y reciben los nombres de elementos vestigiales, oligoelementos, elementos menores y micronutrientes. Pertenecen a esta clase el manganeso, boro, cobre, cinc, molibdeno y otros.

Aunque generalmente todos los suelos contienen cantidades de estos elementos que serían suficientes para cubrir las necesidades de los cultivos, el hecho de que puedan existir en formas insolubles o poco asimilables, determinan que plantas crecidas en algunos de estos suelos muestren síntomas deficitarios. No es éste un caso exclusivo de los oligoelementos, pues como es sabido, suelos con un alto contenido en fósforo total pueden comportarse como deficientes en fósforo, por encontrarse este elemento fijado o inmovilizado en formas insolubles, no asimilables.

La carencia o escasez de oligoelementos en el suelo conduce a un desarrollo anormal de los cultivos, que muestran síntomas enfermizos o de debilidad, conocidos por el nombre de enfermedades carenciales. Estas deficiencias se exteriorizan de forma manifiesta en el hábito y color de las hojas, así como en las flores, raíces y frutos. Son características para cada clase de elemento y de planta y desaparecen por el suministro adecuado del elemento que se encuentra en defecto en el suelo.

El estudio de las necesidades de suelos y plantas en estos elementos vestigiales es por consiguiente de una gran importancia para la consecución de cosechas normales, dedicándose en todos los centros de investigación agrícola una gran atención a esta parte de la química del suelo. El análisis de suelo y de las plantas son los que han de dictar en cada caso la conducta a seguir en la corrección de deficiencias en estos elementos. Esta ha de hacerse sobre una base racional, de acuerdo al mismo tiempo con la clase de suelo y cultivo, ya que un suministro excesivo en elementos vestigiales puede dar lugar a resultados perjudiciales por el efecto tóxico que puede seguirse de él para las plantas. Es en la adición de estos elementos en donde hay que huir, más que en ningún otro caso, de aplicaciones rutinarias, sólo que en aquellos casos en que se haga necesaria una corrección, ha de hacerse de conformidad con los resultados obtenidos en el laboratorio.

Entre las actividades de este Centro no podía faltar la dedicación a esta parte de la química agrícola, que tanta importancia ha adquirido en los últimos tiempos, por los problemas que plantea en el campo de la biología vegetal. Por esta razón hemos emprendido el estudio del contenido en oligoelementos de los suelos de la región, confección de mapas de micronutrientes, identificación de carencias, etc., así como el problema de la corrección de suelos deficientes.

Por la amplitud del tema hemos creído más conveniente tratar de cada oligoelemento en artículos por

separado, pretendiendo exponer algunas ideas sobre la importancia del problema, dar a conocer los síntomas con que se manifiestan las carencias en los principales cultivos, así como algunos de los resultados obtenidos en nuestros laboratorios, en lo relativo a contenido de oligoelementos de suelos de la región, identificación de carencias y estudio de enmiendas de suelos deficientes.

En estas páginas nos ocuparemos de uno de estos micronutrientes, el manganeso, de gran importancia en la nutrición vegetal.

*Manganeso en suelos.*—En los suelos se presenta el manganeso en distintas formas, que se diferencian marcadamente por su solubilidad. Unas son fácilmente solubles y por lo tanto fácilmente asimilables por las plantas, mientras otras tienen escasa solubilidad en agua, son poco asimilables por los cultivos, y de aquí su importancia secundaria desde el punto de vista agrícola.

Las primeras se incluyen en el llamado generalmente «manganeso activo», que comprende manganeso soluble en agua, manganeso absorbido sobre la fracción coloidal del suelo y que puede ser fácilmente desplazado por otros elementos (manganeso cambiante) y ciertos óxidos de manganeso que pueden pasar con fa-



Fig. 1

ilidad a compuestos menos oxidados, fácilmente solubles.

Los factores que determinan la existencia del manganeso en estas formas, asimilables y no asimilables, son diversos, siendo la acidez (pH) y el contenido de materia orgánica del suelo los más importantes. Suelos de pH inferior a 5,5 contienen por lo general gran cantidad de su manganeso en formas solubles en agua y manganeso cambiante, mientras a pH superiores este elemento pasa a formar combinaciones de baja solubilidad y por consiguiente poco asimilables o no asimilables por las plantas. Este fenómeno de inmovilización o fijación del manganeso en el suelo se extiende también a las formas de manganeso que se adicionan para corregir las carencias, hasta el punto que esta aplicación puede tener un efecto solamente transitorio. En esta inmovilización toman también parte activa los microorganismos del suelo, ya directa o indirectamente, provocando la oxidación de los óxidos inferiores a formas superiores insolubles.

Es también un hecho claramente establecido, que la aparición de deficiencias en manganeso requiere la existencia de una cierta cantidad de materia orgánica

en el suelo de cultivo, encontrándose raramente síntomas de carencia en plantas crecidas en suelos arcillosos, neutros o alcalinos, pobres en materia orgánica, mientras que tales deficiencias se presentan en estos mismos suelos con altos contenidos de humus.

De los numerosos ejemplos de suelos pobres en manganeso asimilable, puede concluirse que la deficiencia en este elemento va ligada a altos contenidos en materia orgánica y altos valores de pH, dándose con más frecuencia en suelos ligeramente arenosos que arcillosos.

**Manganeso en plantas.**—La necesidad que tienen las plantas del manganeso es un hecho que no se pone en duda en la actualidad. Esto lo demuestra el contenido de este elemento en todos sus órganos, y los síntomas de debilidad que muestran aquellas que crecen en suelos deficientes, síntomas que desaparecen por un adecuado tratamiento con sales de este elemento. El contenido en manganeso de las plantas que se desarrollan en condiciones naturales varía considerablemente y en forma paralela al del manganeso asimilable del suelo. Las plantas que contienen más manganeso en sus órganos son las cultivadas en suelos ácidos, que, como dijimos, son los que poseen mayor cantidad de este elemento en formas asimilables. Este contenido varía, como es lógico, de unas especies a otras, ya que la exigencia que tienen los distintos cultivos de este elemento no es la misma.

Entre los cereales, es la avena la más sensible a deficiencias en manganeso. Estas se manifiestan, después de un primer período de crecimiento normal, con la aparición de pequeñas manchas grisáceas orientadas en filas a lo largo de las hojas, cuyo número aumenta rápidamente. Las hojas se doblan hacia abajo, permaneciendo con sus extremos verdes. La figura núm. 1 muestra claramente estos síntomas deficitarios en este cereal. En los casos de deficiencia muy acusada, las plantas se secan casi totalmente y no producen frutos, como se pone de manifiesto en la figura núm. 2, que muestra un cultivo de avena en un suelo muy pobre

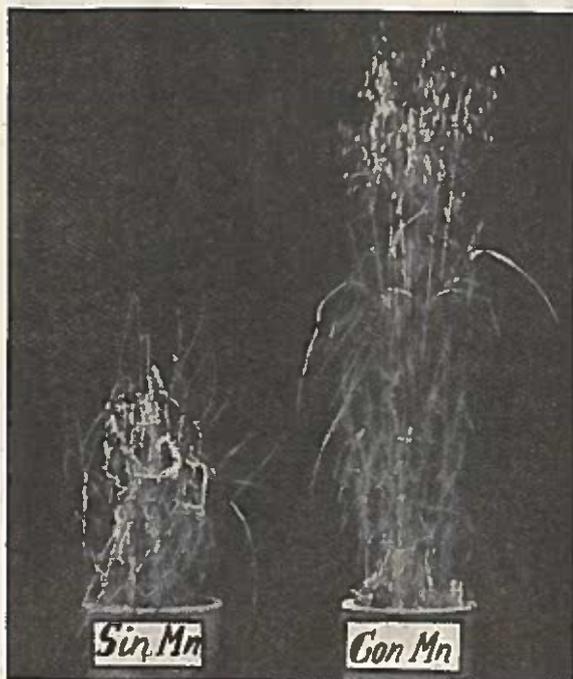


Fig. 2

en manganeso y los efectos después de la corrección con este elemento. La sequía favorece considerablemente la aparición de la enfermedad.

Los restantes cereales son menos sensibles que la avena a la carencia de manganeso. En el trigo los síntomas deficitarios no son tan característicos como en la avena. Las hojas aparecen de color gris pálido, mostrando manchas amarillentas y generalmente no se doblan hacia abajo, como ocurre en la avena.

La cebada afectada presenta una coloración amarillenta que se extiende a toda la planta, apareciendo también manchitas pardas en las hojas.

El centeno es más resistente a las deficiencias en manganeso. Las plantas jóvenes se tornan amarillentas, mostrando después sobre las hojas necrosis blanquecinas que corren alineadas.

En el maíz se forman también necrosis blanquecinas por deficiencias en manganeso.

Los síntomas deficitarios en la remolacha azuca-

ra se manifiestan en las hojas, que adoptan una posición más vertical que en las plantas sanas y un contorno triangular. Los tejidos existentes entre las nerviaciones se vuelven cloróticos, apareciendo manchas en los mismos, que con el tiempo terminan por secarse y se transforman en pequeños orificios.

En la patata las hojas pierden su lustre y palidecen, empequeñeciéndose aparentemente por arrollamiento hacia la superficie superior, apareciendo a veces un moteado marrón oscuro, que se desarrolla entre las nerviaciones.

En el tabaco el primer síntoma de deficiencia visible es una pérdida de color de las hojas jóvenes. En los tejidos entre las nerviaciones este color es verde claro o casi blanco, permaneciendo los nervios más oscuros, dando un aspecto de cuadrícula por el contraste entre los nervios verdes y los tejidos que han perdido su color. También se forman pequeñas manchas necróticas.

**Corrección de deficiencias.**—La corrección de las deficiencias en manganeso se puede hacer, bien incorporando al suelo compuestos solubles de manganeso en cantidad determinada por el tipo de suelo y el estado de suministro del mismo respecto a este elemento, o rociando las plantas con soluciones de compuestos de manganeso, lo que requiere cantidades más pequeñas para conseguir resultados satisfactorios. El sanado del suelo se puede conseguir también por adición al mismo de abonos ácidos que transforman parte del manganeso inmovilizado en formas solubles y por tanto asimilables, o por otros procedimientos especiales que no son del caso describir.

El tratamiento ha de hacerse sobre una base racional, ya que cantidades excesivas de manganeso producen síntomas de toxicidad, con los consiguientes efectos perjudiciales para las plantas. La aparición de estos síntomas tiene lugar con cantidades de manganeso relativamente bajas; de aquí la importancia de hacer las adiciones de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación del suelo y plantas. A tal extremo llega esta circunstancia, que se da el caso de la existencia de suelos ácidos en los que la cantidad de manganeso asimilable es suficiente de por sí para ocasionar en las cosechas toxicidad de este elemento.

La determinación del manganeso asimilable en suelos es delicada, dada la variedad de formas en que se encuentra combinado y que difieren mucho en solubilidad. Las plantas toman del suelo aquellas formas solubles y otras que, si bien son insolubles, pueden dejar de serlo sin mucha dificultad. El problema estriba en la elección de un método que se comporte frente al suelo de un modo aproximadamente semejante a como lo hacen las plantas, es decir, extrayendo, no todo el manganeso en él existente, sino aquel que los cultivos pueden asimilar.

En nuestro Centro se hace la extracción con una solución, que según los resultados obtenidos por el análisis de suelo y plantas, extrae cantidades parecidas a las que aquéllas toman del suelo. Por el uso de este método hemos estudiado el contenido en manganeso asimilable de numerosos suelos de la región, habiendo determinado también en los mismos el manganeso total. De estos estudios se concluye que nuestros suelos poseen cantidades en manganeso muy diversas. Mientras existen suelos bien suministrados en este elemento, hay otras áreas en donde el contenido en manganeso es deficiente. En la tabla siguiente se dan algunos suelos investigados por nosotros expresando el manganeso total y manganeso asimilable, ambos en partes por millón.

Núm. de la muestra	Localidad	Manganeso	
		Manganeso total p. p. m.	asimilable p. p. m.
484	Lebrija	1.020	391
487	>	1.460	180
490	>	190	55
492	>	720	25
552	>	492	32
556	>	2.420	296

En la actualidad se están llevando a cabo investigaciones en este Centro orientadas en el sentido de estudiar la influencia de distintos contenidos de manganeso en la vida de las principales especies de plantas cultivadas en la región. A más de la confección de mapas de oligoelementos, se trabaja también en la identificación y tratamiento de carencias en los distintos cultivos básicos de la zona, estudios que son del mayor interés para elevar la producción agrícola.

(Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto).