

EFFECTO DEL MANGANESO SOBRE EL CRECIMIENTO Y CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LENTEJA (*Lens culinaris*)¹

Effect of manganese on growth and nutrient composition in lentils (*Lens culinaris*)

Angélica Sadzawka R.²

SUMMARY

Lentil (*Lens culinaris*) production areas in Chile are being affected by a plant disorder, not related to microorganisms, named "marea negra", "roña" or "sereno", which symptoms are blackish-brown spots on basal leaves, progressing to upper leaves and followed by defoliation. These symptoms are always related with high foliar Mn and Fe contents. The objectives of this study were to observe visual symptoms of Mn deficiency and toxicity in lentil, to establish Mn critical deficiency and toxicity levels, and to relate Mn foliar levels with foliar concentrations of other mineral nutrients.

Germinated lentil (cv. Araucana—INIA) seeds were grown in 12 Mn experimental concentrations, ranging from 0.0 to 1,000 μM , in nutrient solution. Plants were harvested six weeks after transplanting, top dry weights were recorded and leaf tissues were analyzed for Mn and other elements, in the dry ashes extracts. The only Mn deficiency visual symptom was reduced height of plants. Lighter Mn toxicity symptoms were similar to those of "marea negra" and were developed at Mn concentrations of 10 μM , in the nutrient solution, and 118 $\mu\text{g/g}$, in leaves. The Mn concentration in leaf tissues increased as Mn supply was increased. The Mn critical deficiency and toxicity levels were 17 and 420 $\mu\text{g/g}$, respectively. Foliar concentrations of K, Ca, Mg, P, Fe and Zn were reduced with the increase in supply and foliar content of Mn.

INTRODUCCION

El cultivo de la lenteja en Chile ha experimentado un importante incremento en la producción en los últimos años, debido fundamentalmente a un aumento de la productividad, estimulada por las expectativas de exportación y por las condiciones climáticas favorables para el cultivo (Tapia y Covarrubias, 1986).

En siembras comerciales se ha presentado, desde hace varios años, una anomalía fisiológica conocida por los agricultores como "marea negra", "roña" o "sereno", caracterizada por manchas oscuras en las hojas, defoliación, disminución de rendimiento y producción de

semillas con manchas de color negro azulado, de difícil comercialización (France y Tay, 1986; Sepúlveda y Baherle, 1986).

Estudios realizados por France y Tay (1986) concluyen que el problema de 'marea negra' no se encuentra asociado a la presencia de microorganismos ni se transmite por la semilla; además, el análisis químico foliar comparativo de plantas enfermas y sanas, reveló un mayor contenido de Mn y Fe en las hojas provenientes de plantas enfermas. También, el análisis químico de semillas provenientes de plantas afectadas, reflejó un mayor contenido de Mn (Sepúlveda y Baherle, 1986).

Las concentraciones de Mn que pueden considerarse perjudiciales para la lenteja, no se conocen, por lo que se diseñó un experimento de cultivo de lenteja, bajo condiciones de invernadero, en soluciones nutritivas con concentraciones crecientes de Mn. El primer objetivo de este estudio fue conocer los síntomas visuales de deficiencia y toxicidad de Mn en la lenteja y

¹ Recepción de originales: 9 de enero de 1987.

La autora agradece a Lissette Porte O., Rosa Molina M., Tania Navia P. y Francisco Casado A., la colaboración en el desarrollo de este trabajo.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

determinar si los síntomas de toxicidad concuerdan con los de 'marea negra'. El segundo objetivo fue establecer los niveles críticos de deficiencia y toxicidad de Mn. El tercer objetivo fue relacionar la concentración foliar de Mn con la absorción de otros nutrientes minerales.

MATERIALES Y METODOS

Se germinaron semillas de lenteja (cv. Araucana—INIA) en agua destilada. Seis días después, se trasladaron a macetas de plástico, que contenían solución nutritiva. Se colocaron ocho semillas por macetas, en ocho orificios practicados a un trozo de poliestireno. Las raíces fueron sumergidas en aproximadamente 700 ml de solución nutritiva que contenía, en el momento del trasplante, KH_2PO_4 0,5 mM, KNO_3 2,5 mM, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 2,5 mM, MgSO_4 1,0 mM, FeEDTA 1 mg Fe/lit, H_3BO_3 0,25 mg B/lit, molibdato de amonio 0,01 mg Mo/lit, ZnSO_4 0,05 mg Zn/lit y CuSO_4 0,01 mg Cu/lit. Los 12 tratamientos con Mn fueron: 0,0—0,1—0,2—0,5—1,0—2,0—5,0—10—50—100—500—1000 μM , como MnSO_4 , y se agregaron en el momento del trasplante. Las macetas se forraron con papel carbón, para evitar la entrada de luz.

Las soluciones nutritivas se airearon día por medio, mediante una jeringa y se cambiaron una vez por semana. El experimento se realizó con dos repeticiones y se mantuvo en invernadero por seis semanas, desde el trasplante. Se cosechó la parte aérea de las plantas, separándolas en hojas y tallos. Las muestras se secaron a 65° C con aire forzado y se pesaron. Las hojas se molieron y se calcinaron. Las cenizas se disolvieron en HCl y en la solución resultante se determinó Mn, Ca, Mg, Fe y Zn, por espectrofotometría de absorción atómica, K por fotometría de llama y P por colorimetría.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las plantas de lenteja mostraron síntomas que variaron de deficiencia a severa toxicidad. Los síntomas visuales de deficiencia se presentaron en los tratamientos 0,0 y 0,1 μM de Mn y se manifestaron solamente como una disminución de la altura de las plantas. Las soluciones nutritivas de concentración entre 0,2 y 5,0 μM , produjeron plantas normales, en las seis semanas de cultivo. El tratamiento 10 μM de Mn presentó leves síntomas de toxicidad, característicos de 'marea negra'; esto es, punteado necrótico en las hojas basales, que fue progresando hacia el ápice, seguido de una defoliación en el mismo sentido. Sin embargo, este efecto no se vio reflejado en una disminución de la producción de m.s. (Figura 1). Al aumentar la concentración de Mn en la solución nutritiva, se intensificaron los síntomas de defoliación, pero no se observó el punteado necrótico. Con el mayor suministro de

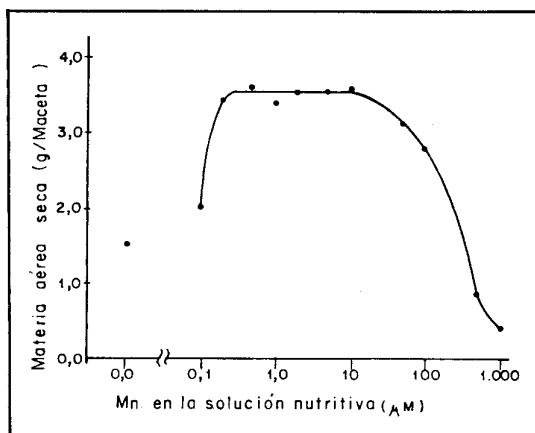


FIGURA 1. Relación entre concentración de Mn en la solución nutritiva y producción de m.s. aérea, en lenteja (6 semanas).

FIGURE 1. Relationship between Mn supply in the nutritive solution and top dry weight, in lentil (6 weeks).

Mn (1000 μM) se obtuvo plantas muy poco desarrolladas, con hojas pequeñas, cloróticas y necróticas y con raíces cortas, sin raicillas y de color marrón, que generaron semillas de color verde intenso. El exceso de Mn afectó primeramente la parte aérea de la planta y los síntomas de toxicidad en las raíces se presentaron sólo después que la parte aérea estaba severamente afectada.

La producción de m.s., en seis semanas, fue adversamente afectada por deficiencia de Mn, con los tratamientos 0,0 y 0,1 μM de Mn, y por toxicidad, con los tratamientos de concentraciones de Mn de 50 μM y superiores (Figura 1). La máxima producción de m.s. se obtuvo con los tratamientos que cubrían el rango entre 0,2 y 10 μM de Mn, en la solución nutritiva. La disminución en el crecimiento provocada por deficiencia y toxicidad de Mn, puede explicarse porque el Mn participa en el sistema de evolución de O_2 de la fotosíntesis y también juega un rol básico en el sistema fotosintético de transporte de electrones; por lo tanto, un suministro deficitario de Mn produce limitación en la fotosíntesis y, consecuentemente, una disminución del crecimiento vegetal. Por otra parte, cantidades tóxicas de Mn alteran adversamente las actividades de enzimas y hormonas (Foy, 1983), provocando una reducción en la fotosíntesis, concentración de clorofila y transpiración, lo que se traduce en una menor producción de m.s. (Ohki, 1985).

La concentración de Mn en las hojas fue directamente proporcional a la del Mn de la solución nutritiva, en el rango completo de tratamientos, desde deficiencia hasta toxicidad (Figura 2). Estos resultados indicarían

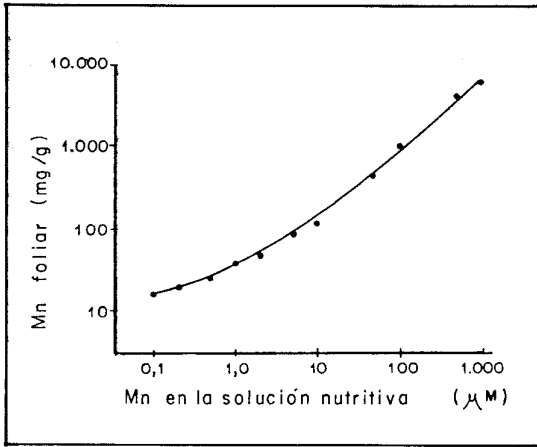


FIGURA 2. Relación entre concentración de Mn en la solución nutritiva y concentración foliar de Mn, en lenteja.

FIGURE 2. Relationship between Mn supply in the nutritive solution and foliar Mn concentration, in lentil.

que, si bien el Mn es absorbido en una forma biológicamente activa de Mn^{++} , por un proceso energético (Clarkson y Hanson, 1980), también parece ocurrir la absorción pasiva, especialmente en el rango alto y tóxico de Mn en solución.

Los niveles críticos de deficiencia (NCD) y de toxicidad (NCT) de Mn, definidos como la concentración de Mn en la hoja asociada con una reducción de m.s. en 100/o, se calcularon gráficamente en 17 $\mu g/g$ y 420 $\mu g/g$, respectivamente (Figura 3). Sin embargo, síntomas visuales de toxicidad de Mn se observaron con el tratamiento 10 μM de Mn, el cual produjo plantas con 118 $\mu g/g$ de Mn foliar.

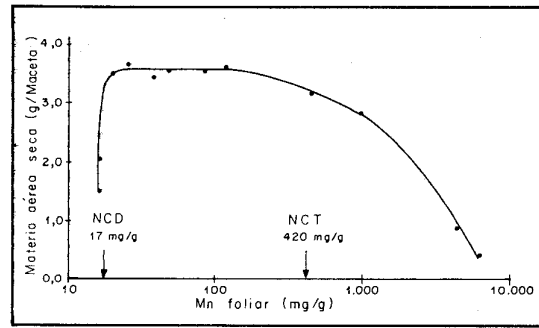


FIGURA 3. Estimación de niveles críticos de deficiencia (NCD) y de toxicidad (NCT) de Mn en lenteja, basada en la relación entre Mn foliar y producción de m.s. aérea.

FIGURE 3. Estimation of Mn critical deficiency (NCD) and critical toxicity (NCT) levels in lentil, based on the relationship between foliar Mn concentration and top aerial dry weight.

La relación entre la concentración de Mn y la de otros elementos minerales en las hojas de las plantas de lenteja, se encuentra en la Figura 4. Las concentraciones más altas de Mn deprimen tan severamente el desarrollo (Figura 2), que la interpretación de los resultados se dificulta, debido a que puede producirse un aumento en el contenido de otros elementos, además del Mn, por un efecto de concentración, si la absorción es menos afectada que la velocidad de crecimiento. Por tal motivo, en la Figura 4, solamente se ha considerado los valores de Mn foliar hasta 1000 $\mu g/g$. Todos los elementos analizados correlacionaron negativamente con el Mn: Mg, en forma lineal, y K, Ca, P, Fe y Zn, en forma logarítmica.

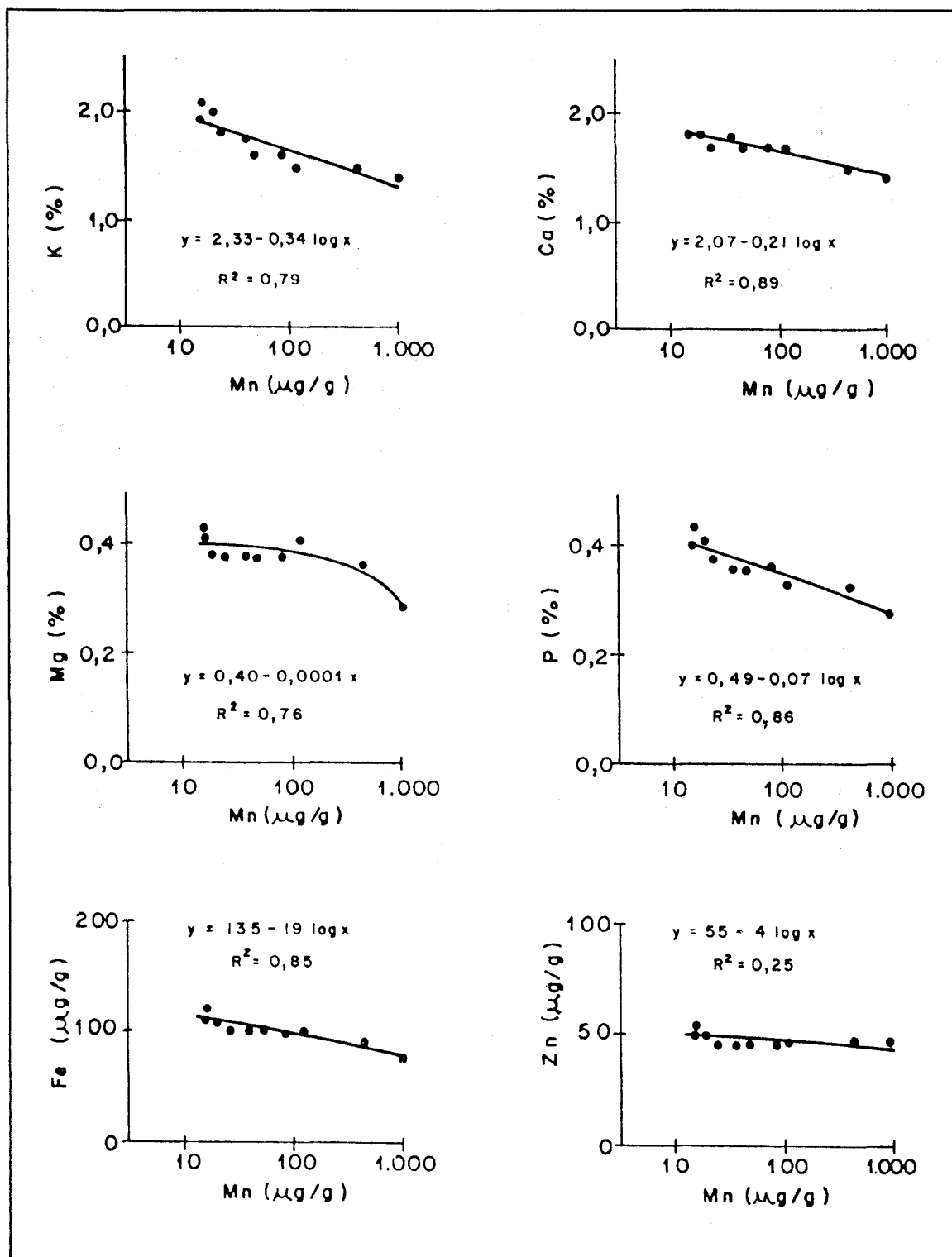


FIGURA 4. Concentración Mn en solución nutritiva vs. nivel foliar de otros minerales, en lentejas.
 FIGURE 4. Mn concentration in nutritive solution vs. foliar level of other minerals, in lentils.

RESUMEN

Las siembras comerciales de lenteja (*Lens culinaris*) en Chile están siendo afectadas por un desorden de la planta, no causado por microorganismos, conocido como "marea negra", "roña", o "sereno", cuyos síntomas son puntos oscuros en las hojas basales que progresan hacia las hojas superiores, seguidos por defoliación. Estos síntomas siempre están asociados con altos contenidos de Mn y Fe en las hojas. Los objetivos de este estudio fueron conocer los síntomas visuales de deficiencia y de toxicidad de Mn en la lenteja, establecer los niveles críticos de deficiencia y de toxicidad de Mn y relacionar los niveles foliares de Mn con las concentraciones de otros nutrientes minerales.

Semillas germinadas de lenteja (cv. Araucana—INIA) se cultivaron en soluciones nutritivas, que contenían

12 concentraciones de Mn, entre 0,0 y 1000 μM . Las plantas se cosecharon seis semanas después del trasplante, se pesó la parte aérea seca y se determinó el contenido de Mn y de otros elementos minerales en los extractos de las hojas calcinadas. El único síntoma visual de deficiencia de Mn fue una reducción en la altura de las plantas. Los síntomas más leves de toxicidad de Mn concordaron con los de 'marea negra' y se desarrollaron con las concentraciones de Mn de 10 μM en la solución nutritiva y de 118 $\mu\text{g/g}$ en las hojas. La concentración foliar de Mn aumentó con el incremento del suministro de Mn. Los niveles críticos de deficiencia y de toxicidad de Mn se calcularon en 17 $\mu\text{g/g}$ y 420 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Las concentraciones foliares de K, Ca, Mg, P, Fe y Zn disminuyeron con el aumento del suministro y del contenido foliar de Mn.

LITERATURA CITADA

- CLARKSON, D.T. and HANSON, J.B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 31: 239–298.
- FOY, C.D. 1983. The physiology of plant adaptation to mineral stress. *Iowa St. J. Res.* 57 (4): 355–391.
- FRANCE, A. y TAY, J. 1986. Problema nutricional en lentejas (*Lens culinaris* Med.) asociado a altos contenidos de manganeso y hierro. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (3): 379–383.
- OHKI, K. 1985. Manganese deficiency and toxicity effects on photosynthesis, chlorophyll, and transpiration in wheat. *Crop. Sci.* 25: 187–191.
- SEPULVEDA, P. y BACHERLE, P. 1986. "Marea Negra" en lenteja. Una enfermedad provocada por un desorden nutricional. *IPA—La Platina (Chile)* 36: 20–23.
- TAPIA, F. y COVARRUBIAS, C. 1986. La lenteja: calidad de semilla y su influencia en la rentabilidad. *IPA—La Platina (Chile)* 35: 7–12.