

## **TOXICIDAD POR MANGANESO EN HUERTOS DE MANGO HADEN EN VENEZUELA**

Mariela Rodríguez y Victoria Morales\*

### **Introducción**

En Venezuela existen actualmente alrededor de 2.000 ha de mango de la variedad Haden. Los rendimientos promedio no superan las 6 t/ha, cantidad que se sitúa por debajo de lo considerado como rendimiento económico óptimo de 15 t/ha. No obstante, los frutos son de excelente calidad, cotizándose con muy buenos precios en el mercado local, nacional e internacional.

Diversos son los problemas que afectan la producción del mango Haden en esta región de Venezuela. Estos problemas resultan en bajo cuajado de frutos y la formación de frutos partenocárpicos, condiciones que inciden directamente en las bajas producciones. Estas afecciones parecen ser también comunes en otros países productores de mango Haden como Ecuador y Brasil.

Desde hace mucho tiempo se ha señalado que la causa de estas afecciones es la presencia de temperaturas inferiores a los 15 °C durante la floración. Estas bajas temperaturas afectan la germinación del polen y reducen el crecimiento del tubo polínico. Igualmente, se ha reportado que temperaturas muy elevadas (33 - 44 °C) favorecen la producción de frutos partenocárpicos (sin semillas) al afectar la viabilidad del polen. Sin embargo, en las plantaciones comerciales de Venezuela no se registran estos extremos de temperatura durante la floración, por lo que se propone que una disfunción nutricional u hormonal sería el origen de los problemas descritos en el fruto de mango. Este artículo presenta datos de investigación que documentan el efecto del exceso de manganeso (Mn) en esta condición.

### **El manganeso en las plantas**

El Mn induce un ciclo de reacciones en las plantas, actuando como activador de varias enzimas. Se ha demostrado que el Mn participa también en la fotosíntesis, respiración, control hormonal y síntesis de

proteínas. Además, se ha determinado que el Mn participa en la síntesis de la tirosina y sus derivados como ligninas, flavonoides y la auxina AIA.

En la mayoría de las plantas, los síntomas de toxicidad de Mn se presentan como clorosis intervenal, necrosis y formación de bordes ondulados de color marrón en las hojas maduras. Estas ondulaciones marrones contienen depósitos de óxidos de Mn y polifenoles oxidados. También provoca necrosamiento y engrosamiento del tejido conductor. Las condiciones nutricionales donde imperan los excesos de Mn y la altas temperaturas son críticas para algunas plantas, ya que la temperatura amplifica los efectos tóxicos de este elemento.



Se ha determinado también que los excesos de Mn alteran el funcionamiento de la membrana plasmática e inducen la formación de abundante callosa y las células reaccionan auto-necrosándose. Las pérdidas de dominancia apical y la formación de yemas axilares tipo escoba de bruja constituyen otro síntoma de toxicidad por Mn. Todo esto soporta la hipótesis de que existe una relación antagónica entre el Mn y las auxinas.

El exceso de Mn también puede inducir una falsa deficiencia de otros elementos como el hierro (Fe), calcio (Ca) y magnesio (Mg), tanto por competencia como por desbalance. El Mn interfiere directamente en la absorción y transporte del Ca al estimular la actividad de la AIA-oxidasa y la polifenol-oxidasa que degradan la auxina ácido indolacético (AIA) encargada del transporte activo del Ca. La degradación del AIA se agrava en condiciones de alta intensidad lumínica. La falta de Ca en los órganos reproductivos afecta la orientación del tubo polínico desde el estigma hacia el ovario. La orientación del tubo polínico está controlada por la gradiente de Ca citosólico. La mala orientación ocasiona fallas en la fecundación que pueden dar lugar a la formación de frutos partenocárpicos o en general a una baja

\* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA (Zulia, Venezuela); Correo electrónico: m\_rodriguez@inia.gov.ve; victoriaemr@cantv

**Tabla 1. Resultados de los análisis de suelo en plantaciones de mango Haden en Venezuela.**

Finca	P	K	Mg	Ca	S	Mn	Cu	Zn	Fe	B
----- ppm -----										
Carrusel (Zulia)	12	89	44	136	1	25	1	3	18	2
Cenfruzú (Zulia)	8	61	40	60	33	38	1	4	40	-
Jagüeyes (Zulia)	9	21	52	82	4	28	2	6	17	-
Patio (Zulia)	2	56	24	72	2	18	1	3	11	-
Kiubo (Aragua)	1	100	398	300	47	23	1	3	14	3
CENIAP (Aragua)	43	160	-	315	-	-	-	-	-	-
La Gloria (Monagas)	14	78	18	63	2	14	1	2	18	2
La Lomita (Monagas)	4	36	12	28	2	4	1	1	30	2
Rabanalito (Monagas)	10	82	18	214	2	8	3	2	30	2
Sharom (Anzoátegui)	4	19	12	51	7	4	1	1	24	2
Rango de Suficiencia <sup>1</sup>	20- 40	40-80	40-80	500-1000	-	50-60	0.8 - 1.5	3-5	30-50	1-4

**1 Según tabla de referencia empleada por el Laboratorio General de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.**

producción de frutos. Por lo tanto, elevadas concentraciones de Mn pueden inducir indirectamente síntomas de deficiencias de Ca al afectar la movilización del elemento dentro de la planta antes que por interferencia con su absorción.

### Contenidos de manganeso en el suelo y plantas de mango Haden en Venezuela

A continuación se presentan los datos de los análisis de suelos y foliares que soportan la hipótesis del efecto del exceso de Mn en la producción de mango Haden en Venezuela. Los resultados de los análisis de suelo en diez plantaciones comerciales de mango Haden (**Tabla 1**) no muestran exceso en los niveles de Mn de acuerdo con los niveles críticos utilizados por el laboratorio. Al contrario, en la mayoría de los sitios experimentales los análisis foliares (**Tabla 2**) demuestran una condición de toxicidad por Mn al compararse las concentraciones reportadas con los estándares de la literatura. Adicionalmente, en las plantaciones con los mayores niveles foliares de Mn se observó una

consistente formación de frutos partenocárpicos que osciló en un promedio de 60 frutos/planta al momento de la cosecha (**Tabla 2**).

### Conclusiones

El hecho de que en ninguna de las plantaciones se encontraron niveles elevados de Mn en el suelo sugiere que esta variedad de mango tiene la capacidad fisiológica para absorber y almacenar ávidamente este elemento en los tejidos hasta alcanzar niveles tóxicos. Esto se demuestra por la consistente presencia de manchas marrones en las hojas de las plantas como síntoma de toxicidad de Mn.

Si se considera el hecho de que el Mn es un elemento clave en la degradación de las auxinas y que puede interferir en el metabolismo del Ca, es factible que la toxicidad de Mn pueda afectar el desarrollo del tubo polínico favoreciendo la formación de frutos sin semillas o partenocárpicos.

**Tabla 2. Resultados de los análisis foliares.**

Finca	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	Cu	Zn	Fe	B
	----- % -----						----- ppm -----				
Carrusel <sup>1</sup> (Zulia)	1.68	0.18	1.28	0.31	0.17	2.44	894	-	37	115	39
Cenfruzú <sup>1</sup> (Zulia)	1.31	0.15	1.11	0.44	0.15	3.09	477	-	24	86	33
Jagüey <sup>1</sup> (Zulia)	1.94	0.15	1.67	0.38	0.10	1.42	902	-	25	95	15
Patio <sup>1</sup> (Zulia)	1.72	0.14	1.58	0.34	0.12	2.96	486	-	21.	95	56
Kiubo <sup>1</sup> (Aragua)	1.58	0.16	1.14	0.32	0.16	1.59	1249	51	28	119	-
CENIAP (Aragua)	1.47	0.21	1.30	0.20	0.13	2.60	190	-	20	59	1
Gloria <sup>1</sup> (Monagas)	1.22	0.11	0.84	0.33	0.14	1.92	3023	40	55	114	-
Lomita <sup>1</sup> (Monagas)	1.07	0.11	1.04	0.35	-	1.36	458	49	22	40	-
Rabana. <sup>1</sup> (Monagas)	1.39	0.14	1.33	0.30	-	1.79	183	83	25	74	-
Sharom (Anzoát.)	1.10	0.12	1.15	0.29	0.13	1.30	163	9	17	110	-
Rango de Suficiencia <sup>2</sup>	1-1.5	0.08-0.25	0.4-0.9	0.2-0.5	0.16-0.18*	2-5	50-250	7-50	20-200	50-250	25-150

**1 Se encontraron frutos partenocárpicos.**  
**2 Según Benton et al., 1991; \*Según Malavolta et al., 1989.**

## Bibliografía

- Avilán, L y F. Leal. 1996. El comercio mundial de frutas y las perspectivas de la fruticultura nacional. Maracay. IIA, CENIAP-FONAIAP. 36 p.
- Benton, J; Wolf, B y Mills, H. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-macro Publishing, Inc. p.162.
- Burnell, J.N. 1988. The biochemistry of manganese in plants. En Graham, R., R.J. Hannam y N.C. Uren (eds.), Manganese in soils and plants. Kluwer Academic, Dordrecht. pp.125-137.
- De Sousa, R.D. 2000. Situación actual de la mangicultura en Brasil-Valle del Río San Francisco. II Simposio Latinoamericano de Mango. Mazatlán, México.
- Horst, W.J. 1988. The physiology of manganese toxicity. En R.D. Graham; R.J.Hannam y N.C. Uren (ed), Manganese in soils and plants. Kluwer Academic, Dordrecht. pp 175-188.
- Kang, B y R. Fox. 1980. A methodology for evaluating the manganese tolerance of cowpea (*Vigna unguiculata*) and some preliminary results of field trials. Field Crops Res., 3: 199-210.
- Malavolta, E; Vitti, G y de Oliveira, S. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo (POTAFOS). Piracicaba, SP. Brasil. 201pp.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2da. ed. Academic Press, London. 889 pp.
- Nable, R., Houtz, R y G. Cheniae. 1988. Early inhibition of photosynthesis during development of Mn toxicity in tobacco. Plant Physiol., 86: 1136-1142.
- Schaffer, B., A. Whiley y J. Crane. 1994. Mango, p. 165-197. En Schaffer, B y P. Anderson (ed), Handbook of environmental physiology of fruits crops: subtropical and tropical crops, vol II. CRC Press. Boca Ratón, Florida.
- Wissemeyer, A y W. Horst. 1992. Effect of light intensity on manganese toxicity symptoms and callose formation in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Plant Soil 143: 299-309.
- Young, T.W. 1951. Investigations of the unfruitfulness of the Haden mango in Florida. Florida Mango Forum, Homestead, Florida State, USA.
- Young, T.W. 1956. Influence of temperature on growth of mango pollen. Proc. Fla. State Hort. Soc., 68: 308-313.