

CORRECCION DE LAS DEFICIENCIAS DE MANGANESO Y CINC, EN NARANJO¹

Correction of Manganese and Zinc Deficiencies, in Orange Trees

Bruno Razeto M.², José Longueira M.², Sylvia Rojas Z.² y Gabino Reginato M.²

S U M M A R Y

Manganese and zinc deficiencies, shown by 6 years old 'Thompson Navel' orange trees, were treated with foliar sprays of manganese sulfate, zinc sulfate, and a mixture of both, either with or without urea addition to the solution.

The sprays were made on October 4, 1985 and repeated on November 22 of the same year. Each treatment was applied to five trees, in a randomized block design.

Sprays with manganese sulfate or zinc sulfate corrected the deficiency symptoms only partially. Sprayings with a mixture of both salts eliminated the symptoms completely. The effect was evident one and a half months after the first application and reached its peak three months later. Thereafter, there was a gradual increase in the symptomatology, but the application benefit was still present one year and a half later.

The sprays with each element separately determined a marked increase of its content in the leaves that received the chemical directly. Although with less intensity, this effect persisted in the leaves developed later on (during autumn), but only when each element was individually applied. This evidences the movement of both elements towards leaves formed much after the applications. Simultaneous sprays with both salts resulted in a lower increment of the level of each element in the sprayed leaves. However, adding urea to the mixture, made these levels rise to the one induced by the separate sprays.

The control of these deficiencies, both separately and simultaneously, determined and increased crop load in the season following that of applications. The correction of zinc deficiency resulted in a larger fruit size, in the same application season.

INTRODUCCION

Las deficiencias de Mn y Zn constituyen problemas frecuentes en árboles frutales en Chile. Los cítricos son especialmente afectados, presentándose por lo general ambas deficiencias en forma simultánea. La deficiencia de Mn se manifiesta en las hojas nuevas, como un reticulado de venas verdes sobre un fondo de

color verde más claro. A medida que la hoja se desarrolla y madura, el síntoma varía y forma bandas irregulares color verde a lo largo de la vena central y venas laterales primarias, intercaladas con zonas de color amarillento en la lámina.

En la deficiencia de Zn, también existe clorosis intervenal, pero el síntoma principal corresponde a la presencia de hojas de un tamaño bastante inferior al normal, más angostas y aguzadas, ubicadas en rosetas, provenientes de un acortamiento de los internodos en los brotes. En este caso, el tamaño de la fruta también es reducido. Los árboles afectados con estas deficiencias disminuyen su crecimiento vegetativo y producción de fruta, especialmente cuando ellas son severas y se mantienen por varios años.

¹ Recepción de originales: 26 de enero de 1988.

Esta investigación es parte del Proyecto Frutales de Hoja Persistente, financiado por el Departamento Técnico de Investigación de la Universidad de Chile.

² Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

En naranjo, los síntomas de deficiencia normalmente aparecen cuando los niveles de Mn y Zn en las hojas bajan de 16 ppm (Embleton, Jones y Platt, 1978).

El control de estas deficiencias a través de aplicaciones al suelo, normalmente es difícil y caro, especialmente bajo las condiciones de suelo prevalentes en la zona citrícola chilena (textura fina, pH neutro a alcalino y alto nivel de K). Por el contrario, las aspersiones foliares basadas en compuestos que contienen Mn o Zn, se han mostrado más eficientes en este objetivo. Existen incluso algunos trabajos de corrección conjunta de ambas deficiencias en naranjo, tanto en el extranjero (Labanauskas, Jones y Embleton, 1963) como en Chile (Razeto y Salas, 1986). Sin embargo, los resultados no han sido muy concluyentes, especialmente en el caso del Zn. Tampoco existe suficiente claridad, tanto en lo que se refiere a la duración del efecto de las aspersiones, como a la interacción que pueda existir entre ambos elementos, al ser aplicados en forma simultánea.

En la presente investigación, en naranjos jóvenes con deficiencia de ambos elementos, se probaron aspersiones de Mn y de Zn, tanto en forma independiente como conjunta. Estas últimas, con y sin la adición de urea. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de estos tratamientos sobre los síntomas de deficiencia y los niveles foliares de ambos elementos a través del tiempo, como asimismo sobre el crecimiento vegetativo, la producción y el tamaño de la fruta.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental fue realizado en el Huerto Santa Verónica, ubicado en la localidad de Chifigüe, Departamento de El Monte, Región Metropolitana. Se utilizaron árboles de 6 años, de la variedad Thompson Navel, plantados a 6 x 6 m y afectados con deficiencia de Mn y de Zn.

Se consideraron cuatro tratamientos, a base de aspersiones al follaje (Cuadro 1).

CUADRO 1. Concentración de las soluciones empleadas en cada tratamiento, aplicadas a naranjos con síntomas de deficiencia de Mn y Zn

TABLE 1. Solution's concentration in each treatment, applied to orange trees with Mn and Zn deficiency symptoms

Tratamiento	o/o en agua
Sulfato de Mn (20% Mn)	0,15
Sulfato de Zn (22,6% Zn)	0,15
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn	0,15; 0,15
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn + urea	0,15; 0,15; 0,5
Testigo	

Cada tratamiento fue asperjado dos veces (4 de octubre y 22 de noviembre de 1985). En la primera fecha, los árboles se encontraban en plena floración y comienzos de brotación, mientras que en la segunda, los frutos tenían entre 0,5 y 1 cm de diámetro y los brotes de primavera recién habían terminado su crecimiento. Las aspersiones fueron realizadas con motobomba de espalda, utilizándose 3 a 4 lt de solución/árbol, lo que significó su aplicación hasta el momento en que el producto escurría por el follaje. Extravon al 0,05% fue adicionado como agente humectante.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 5 repeticiones, donde la unidad experimental correspondió a un árbol.

Periódicamente, se evaluó la intensidad de los síntomas de deficiencia en el follaje, mediante observación visual, empleándose una escala de intensidades. El 1º de abril y el 20 de mayo de 1986, en cada árbol se procedió a recolectar hojas representativas del ciclo de crecimiento de primavera y otoño respectivamente. En ellas se determinó el nivel de Mn, Zn y N, en el laboratorio de Análisis Foliar del Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile. Se midió el diámetro de tronco, al inicio y término del ensayo. El día 20 de mayo de 1986, se midió el diámetro ecuatorial en 6 frutos representativos de cada árbol. El 8 de julio del mismo año, se procedió a la cosecha, pesando y contando el número de frutos en cada árbol. El día 9 de junio de 1987, se estimó la producción del segundo año, empleando una escala visual, pues no fue posible pesar la fruta en la cosecha efectuada posteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Nivel de manganeso, cinc y nitrógeno en las hojas

En el Cuadro 2 se presenta los niveles foliares de los tres elementos aplicados a través de los tratamientos. El muestreo de abril corresponde a hojas que se formaron en la primavera y que, por lo tanto, recibieron directamente las aspersiones. Las hojas recolectadas en mayo, en cambio, corresponden a aquellas desarrolladas durante el otoño siguiente a las aplicaciones y que, por lo tanto, no fueron asperjadas con los productos en forma directa.

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, el nivel de Mn en las hojas, 130 días después de haber recibido directamente las aspersiones, fue significativamente mayor en los tratamientos que incluían sulfato de Mn, tanto solo como mezclado con sulfato de Zn, aunque la mezcla determinó una inferior absorción de cada elemento. La adición de urea a la mezcla de ambas sales, causó un fuerte incremento en el nivel de Mn en

CUADRO 2. Concentración de manganeso, cinc y nitrógeno en las hojas (ppm, base peso seco) de naranjos con síntomas de deficiencia en Mn y Zn¹**TABLE 2. Manganese, cinc and nitrogen concentration in the leaves (ppm, dry weight basis) of orange trees with Mn and Zn deficiency symptoms**

Tratamientos	1º de abril de 1986			20 de mayo de 1986		
	Hojas asperjadas directamente			Hojas del nuevo crecimiento		
	Mn	Zn	N	Mn	Zn	N
Sulfato de Mn	62,5	10,0 a	2,85	30,5 b	9,5 a	3,03
Sulfato de Zn	15,0 a	107,5 c	2,89	18,0 a	31,3 b	2,79
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn	42,5 b	62,5 b	2,77	22,5 ab	18,0 a	2,68
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn + urea	67,5 c	102,5 c	2,80	20,5 ab	14,8 a	2,62
Testigo	17,5 a	10,0 a	2,93	19,0 a	9,3 a	2,95

¹ En cada columna, las cifras con distinta letra presentan diferencias estadísticas, con 95% de protección en Mn y 99% en Zn.

las hojas. Por su parte, los árboles testigo, como asimismo aquellos asperjados exclusivamente con sulfato de Zn, presentaron niveles muy bajos de Mn. En las hojas desarrolladas durante el otoño, el nivel de Mn fue significativamente superior exclusivamente en los árboles asperjados con sulfato de Mn solo. Ello estaría demostrando que éste fue el único tratamiento en que existió desplazamiento de Mn, desde las hojas directamente asperjadas hacia aquellas formadas con posterioridad.

Igual resultado se obtuvieron en el Zn, con niveles superiores en las hojas formadas en la primavera en los árboles asperjados con sulfato de Zn o con la mezcla de ambas sales, especialmente cuando de adición urea. También, ocurrió aquí que la aspersión a base exclusiva de sulfato de Zn fue la única capaz de mantener niveles foliares de Zn significativamente mayores en las hojas desarrolladas con posterioridad a las aspersiones.

Así, se estaría confirmando el efecto positivo de la adición de urea en el sentido de incrementar la absorción de otros elementos (Labanauskas, 1969). Sin embargo, este efecto sería más bien temporal, pues no persistió hasta el siguiente ciclo de crecimiento. Queda también demostrado que con la aspersión de sulfato de Mn o de sulfato de Zn solos, existe un significativo movimiento de ambos elementos hacia hojas desarrolladas con bastante posterioridad a las aplicaciones. El desplazamiento de Mn hacia hojas del crecimiento siguiente a las aspersiones, fue previamente descrito por Labanauskas y Puffer (1964) y por Razeto y Salas (1986). No es el caso del Zn, en que no se había encontrado este efecto.

El menor nivel foliar de Mn y de Zn alcanzado cuando ambos sulfatos fueron aplicados simultáneamente en mezcla, coincide con resultados obtenidos anteriormente por Razeto y Salas (1986), indicando que existiría una menor absorción de cada uno.

El nivel de N en las hojas no fue modificado por los tratamientos, ni siquiera en aquellos que incluían urea. Probablemente esto se deba al largo período transcurrido desde las aspersiones hasta la recolección de muestras, considerando que el N es un elemento de rápido consumo.

Síntomas de deficiencia en las hojas

Al iniciarse el ensayo, los árboles presentaban síntomas de deficiencia conjunta de ambos elementos, con una intensidad media. Estos síntomas se mantuvieron e incluso se intensificaron en el testigo, a través de los dos años de observación (Figura 1). La aspersión de sulfato de Mn no corrigió totalmente los síntomas y sólo significó un menor incremento en la intensidad de ellos con relación al testigo, dado por la desaparición de los síntomas de deficiencia de Mn solamente.

Por su parte, la aspersión con sulfato de Zn determinó una corrección también parcial de los síntomas, la que comenzó a evidenciarse unos tres meses después de realizadas las aspersiones. A partir de ese momento, estos árboles mostraron solamente deficiencia de Mn. En cambio, las aspersiones de ambas sales en conjunto, tanto con la adición de urea como sin ella, corrigieron totalmente los síntomas de deficiencia. Los efectos eran ya evidentes antes del momento de efectuar la segunda aspersión, un mes y medio después de la primera. La corrección total se obtuvo tres meses

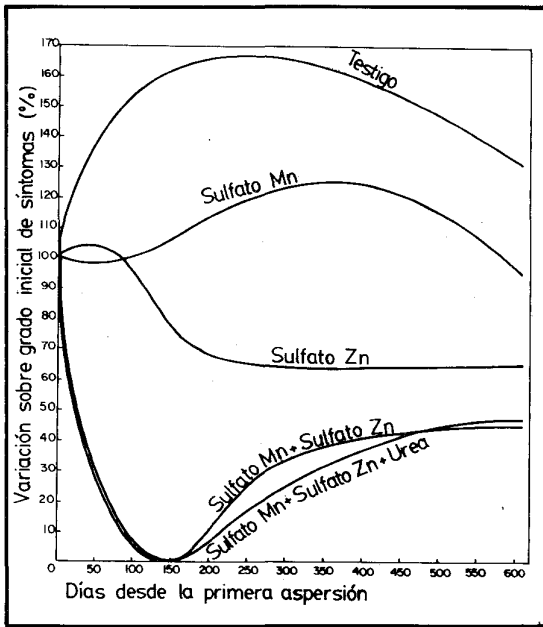


FIGURA 1. Evolución de los síntomas, en naranjos con deficiencias de Mn y Zn.

FIGURE 1. Evolution of the symptoms, in orange trees with Mn and Zn deficiencies.

más tarde, a partir de lo cual comenzó a aumentar la sintomatología aunque en forma leve. Veinte meses después de iniciado el experimento, los árboles que recibieron estos dos tratamientos aún presentaban niveles moderados en sus síntomas (un 55% inferior que al inicio), contrastando con los severos niveles que afectaban a los testigos. Esto significa que, aun cuando el follaje que recibe directamente las aspersiones es aquel que mejor manifiesta el efecto positivo de las aspersiones, las hojas de varios flujos de crecimiento siguientes siguen mostrando bastante el beneficio. Este resultado contrasta con aquél de Labanauskas y otros (1963), quienes no tuvieron efectos más allá de la temporada de aplicación.

Queda en evidencia que, cuando se presentan deficiencias de estos dos elementos en forma simultánea, la corrección completa de sus síntomas se logra solamente con la aspersión conjunta de ambos.

En cuanto a la época de aplicación, aparentemente la primera aspersión (realizada a inicios de la brotación en primavera) obtuvo mejor respuesta por parte de los árboles que la segunda (realizada cuando el follaje ya estaba definido y las hojas totalmente desarrolladas).

Crecimiento vegetativo

Los árboles correspondientes a los distintos tratamientos y al testigo, no mostraron, a simple vista, diferencias en cuanto a crecimiento vegetativo, lo que quedó corroborado con las mediciones de diámetro del tronco. Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a incremento en este diámetro, en el período en que se desarrolló la investigación. Sin embargo, en términos de cifras, los mayores incrementos se obtuvieron en los árboles tratados con ambos elementos simultáneamente y los menores en los árboles testigo, coincidiendo con la evolución mostrada en sus síntomas (Cuadro 3).

CUADRO 3. Incremento en diámetro del tronco (%), desde inicios hasta el final del ensayo (20 meses), en naranjos con síntomas de deficiencia en Mn y Zn

TABLE 3. Increase in trunk diameter (%/o) during the trial (20 months), in orange trees with Mn and Zn deficiency symptoms

Tratamiento	Aumento en diámetro %/o
Sulfato de Mn	6,41
Sulfato de Zn	8,07
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn	11,44
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn + urea	9,55
Testigo	6,10

Rendimiento en fruta

En el Cuadro 4 se presenta los kilogramos y el número de frutos cosechados por árbol, en la primera temporada. Como se puede observar, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos. Esto, probablemente debido a que la producción de la primera temporada ya estaba definida cuando se aplicaron los tratamientos.

CUADRO 4. Rendimiento en fruta en la 1ª temporada (8 de julio de 1986), de naranjos con síntomas de deficiencia en Mn y Zn

TABLE 4. Yield of the first season (July 8, 1986), of orange trees with Mn and Zn deficiency symptoms

Tratamiento	kg/árbol	Nº/árbol
Sulfato de Mn	48,2	340,2
Sulfato de Zn	44,7	285,0
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn	42,2	263,7
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn + urea	44,1	274,2
Testigo	47,0	348,7

La estimación de la producción en la segunda temporada (Cuadro 5), en cambio, indica una mayor producción de fruta en todos los tratamientos, respecto al testigo. Ello estaría demostrando el efecto positivo que sobre la producción del año siguiente tendrían todas las aspersiones, incluso aquellas que contenían sólo uno de los dos elementos en déficit.

CUADRO 5. Estimación de la producción en la segunda temporada (9 de junio, 1987)¹ de naranjos con síntomas de deficiencia de Mn y Zn

TABLE 5. Yield estimation in the second season (June 9, 1987) of orange trees with Mn and Zn deficiency symptoms

Tratamiento	Índice ²
Sulfato de Mn	2,2 b
Sulfato de Zn	2,1 b
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn	2,1 b
Sulfato de Mn + Sulfato de Zn + urea	2,3 b
Testigo	1,3 a

¹ 1 = carga moderada; 2 = carga media; y 3 = carga intensa.

² Cifras con distinta letra presentan diferencias estadísticas con 99% de protección.

Tamaño de la fruta

En el Cuadro 6 se presenta las cifras de diámetro ecuatorial y peso individual promedio, en la fruta de la primera temporada. Estos resultados indican un efecto positivo de todas las aspersiones que contienen sulfato de Zn sobre el tamaño de la fruta. No se observa el mismo efecto con el Mn. Lo anterior confirma la reducción en el crecimiento de la fruta que produce la deficiencia de Zn (Parker, 1937).

De los resultados obtenidos en la presente investigación, es posible visualizar el positivo efecto que tienen las aspersiones foliares con sulfato de Mn y sulfato de Zn en el control de las dos deficiencias, en naranjo. En presencia de ambas deficiencias, la aplicación de estas sales en conjunto soluciona la totalidad del problema, sin provocar efectos negativos anexos. Dos aspersiones de esta mezcla, realizadas a comienzos de primavera, son suficientes y su efecto se mantiene durante toda la temporada e incluso continúa en la siguiente. El control de ambas deficiencias, tanto en forma individual como simultánea, determina un aumento en la producción de fruta en la temporada siguiente a aquella de las aplicaciones. Por su parte, la corrección de la deficiencia de Zn produce aumento en el tamaño de la fruta en la misma temporada de aplicación.

CUADRO 6. Diámetro y peso de frutos (Primera temporada)¹ producidos por naranjos con síntomas de deficiencia en Mn y Zn

TABLE 6. Diameter and weight of the fruits (First season) produced by orange trees with Mn and Zn deficiency symptoms

Tratamiento	Diámetro (cm)	Peso (g)
Sulfato de Mn	6,98 cd	141,8 bc
Sulfato de Zn	7,22 abc	156,9 abc
Sulfato de Zn + Sulfato de Mn	7,31 a	174,3 a
Sulfato de Zn + Sulfato de Mn + urea	7,30 ab	161,7 ab
Testigo	6,89 d	135,2 c

¹ Cifras con distinta letra presentan diferencia significativa con protección de 99% para diámetro y 95% para peso.

RESUMEN

En un huerto de 6 años de naranjos Thomson Navel, afectados por deficiencia de Mn y de Zn, se probaron aspersiones foliares de sulfato de Mn, sulfato de Zn y la mezcla de ambos, con y sin la adición de urea a la solución. Las aspersiones fueron realizadas el 4 de octubre y el 22 de noviembre de 1985. Cada tratamiento fue hecho en 5 árboles, bajo un diseño de bloques al azar, considerándose un testigo con 5 árboles sin tratar.

Las aspersiones separadas, sólo con sulfato de Mn o Zn, corrigieron parcialmente los síntomas de deficiencia. La aspersión con la mezcla de ambas sales, eliminó totalmente los síntomas. El efecto era evidente un mes y medio después de la primera aplicación y alcanzó su máximo, tres meses más tarde. A partir de ese momento comenzó a aumentar paulatinamente la sintomatología, pero el beneficio aún era notorio un año y medio después.

Las aspersiones con cada elemento determinaron un notable aumento en el nivel del mismo en las hojas que recibieron directamente el producto. Aunque en menor intensidad, este efecto se mantuvo en las hojas desarrolladas después (durante el otoño), pero sólo cuando cada elemento fue aplicado individualmente. Esto evidencia movimiento de ambos elementos hacia hojas formadas con bastante posterioridad a las aplicaciones. La aspersión simultánea de ambas sales causó un incremento menor en los niveles de cada elemento en las hojas asperjadas; sin embargo, la adición de urea a la mezcla, los hizo subir al nivel obtenido con las aspersiones individuales.

El control de ambas deficiencias, tanto en forma separada como simultánea, determinó un aumento en la producción de fruta en la temporada siguiente a aquella de las aplicaciones. La corrección de la deficiencia de Zn produjo un incremento en el tamaño de la fruta, en la misma temporada de aplicación.

LITERATURA CITADA

- EMBLETON, T., JONES, W. and PLATT, R. 1978. Leaf analysis as a guide to citrus fertilization. En: Soil and Plant Tissue Testing in California. Univ. of California, Div. of Agric. Sc. Bull. 1879. 54 p.
- LABANAUSKAS, C. 1969. Interactions of nutrients in Valencia orange leaves as affected by the composition of manganese, zinc and urea sprays. *Hilgardia* 39 (18): 507-513.
- LABANAUSKAS, C., JONES, W. and EMBLETON, T. 1963. Effects of foliar applications of manganese, zinc and urea on yield and fruit quality of Valencia oranges and nutrient concentration in the leaves, peel and juice. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 82: 142-153.
- LABANAUSKAS, C. and PUFFER, A. 1964. Effect of foliar applications of manganese, zinc and urea on Valencia orange yield and foliage composition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84: 158-164.
- PARKER, E. 1937. Effect of zinc applications on the crop of grapefruit trees affected with mottleleaf. *Hilgardia* 11 (2): 35-53.
- RAZETO, B. and SALAS, A. 1986. Magnesium, manganese and zinc sprays on orange trees. En: *Foliar Fertilization*. Martinus Hijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 488 p.