

# Aplicación de quelatos para corregir la deficiencia de hierro en durazno (*Prunus persica* Baltch)

Martínez-Rodríguez, O. A.<sup>1</sup>, Gómez-Gallegos, C.<sup>1</sup> y Santamaría-César, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas. UACH Apartado Postal No. 8 C.P. 35230 Bermejillo, Dgo. México. E-mail: [omartin@chapingo.uruza.edu.mx](mailto:omartin@chapingo.uruza.edu.mx)

(Aprobado: Agosto, 2000.)

**Resumen.** Esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar la fecha y época de aplicación de quelatos de hierro al suelo sobre el contenido nutrimental, crecimiento de brotes y eliminación de la clorosis en árboles de durazno de cuatro años de edad establecidos en un suelo migajón-arcilloso. Se probaron los tratamientos 0, 120, 240 y 360g de Sequestrene 138Fe por árbol aplicados al suelo en un radio de 40 cm de distancia del tronco a principios y finales de primavera. Las variables evaluadas fueron: contenidos nutrimentales de Fe, Mn, P y Ca en las hojas de durazno, Intensidad de color verde en el follaje y el crecimiento de los brotes. Se encontró que la dosis de 360g de Sequestrene 138Fe redujo la clorosis incrementando los contenidos de hierro en el follaje 4 semanas después de la segunda aplicación. Mientras que los contenidos de Ca y Mn se mostraron mas altos en el testigo; no encontrando para P diferencia significativa. Respecto a la variable crecimiento de brotes no se observó efecto de tratamiento.

**Palabras clave:** clorosis, nutrición, durazno.

---

**Summary.** Research was carried out with the objective of study the effects of date and rate of iron chelate fertilization on growth, mineral nutrient composition and the correction of Fe chlorosis in four year peach trees established in a cley-loam soil. Four treatments of Sequestrene 138Fe per tree were tested: 0, 120, 240 360g. Sequestrene 138Fe at 40 cm radius of the trunk at early and late spring during the year, were applied to trees. Content nutrients of Fe, Mn, P and Ca in the leaves were determinated and the intensity green colour in the foliage was evaluated too, and the shoot growth was

register. Sequestrene 138Fe 360g treatment alleviated the chlorosis increasing the iron levels in the foliage four week after the second application. Sequestrene 138Fe did not increase leaf Mn and Ca content showing highest levels the check treatment. P foliar content no differents were found among treatments. With respect to shoot growth all treatments had not effect.

**Key words:** *Chlorosis, nutrition, peach.*

---

## INTRODUCCION

En México, el durazno se encuentra cultivado en diferentes regiones bajo condiciones de clima y suelo variado, las cuales se localizan en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Coahuila, Sonora, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla (CONAFRUT, 1972).

En la Comarca Lagunera al durazno se le considera una alternativa dentro de las especies frutícolas que se cultivan en la región por ser un cultivo que presenta buen rendimiento y calidad en la producción, toda vez que la cosecha se obtiene durante el mes de mayo, condición que le permite competir en el mercado, además del alto valor nutritivo e industrial que representa. No obstante lo anterior, la superficie establecida se ha visto frenada por los problemas de deficiencia de hierro que se han observado en algunas huertas

debido al pH alcalino que prevalece en el suelo de esas regiones, principalmente las ubicadas en zonas áridas y semi áridas, donde el estado férrico que es insoluble es el que prevalece, o bien en estado de óxidos e hidróxidos muy estables en este tipo de suelos.

Por lo anterior el presente trabajo pretende generar una técnica como alternativa de solución para corregir la clorosis ocasionada por la deficiencia de fierro en el cultivo del durazno probando quelato de fierro en diferentes épocas y dosis..

## REVISION DE LITERATURA

A nivel experimental se han detectado deficiencias de hierro que se manifiestan como clorosis intervenal, esta puede corregirse con la aplicación de fertilizantes foliares, sobre todo de tipo quelatos (Ramos, 1989), Longoria (1977).

Señala que el fierro generalmente se encuentra en los suelos en dos estados de valencia ( $Fe_{2+}$  y  $Fe_{3+}$ ) siendo la forma reducida ( $Fe_{2+}$ ), la que interviene efectivamente en las funciones metabólicas de las plantas; desafortunadamente en los suelos calcáreos la forma óxidada ( $Fe_{3+}$ ) es la predominante. Thorne y Wallace (1944) mostraron evidencias de que el fierro en los suelos calcáreos es relativamente inaprovechable debido a que se encuentra en forma férrica en lugar de ferrosa. Señalándose en otros estudios (Juscafresa, 1966) que la clorosis en el durazno se debe al bloqueo ejercido sobre ciertos nutrientes y micronutrientes impidiendo que estos puedan ser asimilados por el árbol sobre todo en suelos alcalinos. En algunos estudios al fósforo se le ha relacionado comúnmente con la clorosis férrica. Se menciona que un exceso de fósforo induce la aparición de clorosis debido a las restricciones en la absorción y translocación de fierro (Brown, 1961).

Por otra parte, Somers y Shive (1942) sostienen que el fierro y manganeso interaccionan en sus funciones metabólicas y que la actividad

fisiológica de uno es afectada por la concentración del otro; concluyéndose que la relación Fe/Mn óptima difiere entre especies y los síntomas de la deficiencia de fierro se presentan cuando los valores de la relación son bajos (Leach y Toper 1954, citados por Enríquez, 1980).

Las aplicaciones de algunos quelatos sintéticos de fierro al suelo, en ocasiones son efectivas para los cultivos. Sin embargo, deben tomarse en cuenta varias consideraciones como: tipo de quelato utilizado, resistencia a la hidrólisis y estabilidad a altos valores de pH. Respecto a este último factor, el FeEDDHA es probablemente el quelato más eficiente para suelos calcáreos. En este tipo de suelos las aplicaciones de quelatos generalmente han sido más eficientes que las sales solubles porque protegen al fierro de las reacciones ordinarias en el suelo, por lo que se supone que en la mayoría de los casos la aplicación de quelatos de fierro específicos según la condición del suelo donde se presente el problema, es benéfica para la corrección de deficiencias de Fe en los cultivos. Sin embargo, la desventaja principal del uso de quelatos es su excesivo costo por los altos niveles requeridos, debido a su fácil lixiviación, por lo que sólo se aplica a cultivos de muy alta reutilización como los frutales (Saucheli, 1969; Mortvedt *et al.*, 1972).

Kuykendall *et al.*; (1957), evaluaron las aplicaciones al suelo de varios quelatos en limón y naranjo. Estos investigadores reportan un efecto rápido en el cambio de coloración de la hoja de amarillo a verde con el FeEDDTHA a la dosis de 12 a 24 g Fe/árbol. La menor respuesta se observó con FeDPTA y FeHEDTA.

Stebbins *et al.*; (1963), en árboles del cultivar Elberta de 25 años de edad tratados con FeNa2EDDHA lograron un ligero verdor en el follaje e incremento en el crecimiento de brotes cuando se aplicaron N y Fe. Stewart y Leonard

(1957) obtuvieron respuesta favorable en cítricos con aplicaciones de FeEDTA, siendo las fuentes FeHEDTA, FeDTPA Y FeEDDHA a las dosis de 100 a 200 g Fe/árbol las recomendadas. Mientras Schneider, *et al.*, (1968), sugieren que las aplicaciones de formas orgánicas de hierro al suelo deben hacerse en combinación con fertilizantes nitrogenados para incrementar la eficiencia en la absorción y transporte del hierro. Y puntualizan que para obtener máxima respuesta en el rendimiento la deficiencia de hierro debe corregirse en las fases iniciales del crecimiento de los brotes.

Mata *et al.*, (1985), en otros estudios en base a parámetros de crecimiento y desarrollo, así como en determinaciones foliares, obtuvieron que las fuentes -Fe que corrigen la clorosis intervenal en durazno son el sequestrene -330- con 4 aplicaciones al suelo (con dosis desde 36.5 a 134.5 g/árbol) y NFe + Penmsul (123 + 31 cc/árbol) con 4 aplicaciones al follaje.

Nher y Kadry (1954), intentaron controlar la clorosis inducida por la alcalinidad del suelo en árboles de un año de edad cultivar Elberta. La aplicación la realizaron a voleo durante la primavera con dosis de 60, 120, 240 y 480 g de Fe-DTPA por árbol, aplicados en un radio de 30 cm de distancia del tronco. El tratamiento de 120 g controló la clorosis. El Fe como FeEDTA no fue tan efectivo como el sulfato ferroso el cual se ha usado solamente para dar una ayuda temporal.

En otro ensayo con árboles del mismo cultivar pero de 10 años de edad, aplicando al voleo de Fe-DTPA a las dosis de 400 y 800 g por árbol., se encontró que ambos tratamientos tuvieron efecto controlando la clorosis en agosto, reapareciendo en octubre.

Dickens *et al.*, (1960), haciendo aplicaciones de 681 g de sequestrene 138 Fe o Versenol F en banda de 4.2 m sobre el costado de los árboles de durazno, redujeron la clorosis en más del 97% comparado con el testigo.

Kochan (1962), afirma que la deficiencia de Fe es un problema serio en las huertas de durazno de Idaho debido al pH alcalino o calcáreo. Este investigador aplicó quelatos de Fe-DTPA y Fe-

EDDHA en árboles de 15 años de edad variedad Halehaven desarrollados en suelos calcáreos y en condiciones pobres de humedad. Al disolver 454 g de quelato en 100 litros de agua e inyectarlos al suelo de 30 a 60 cm de profundidad y a una distancia de 30 cm del tronco en la zona de goteo, encontró que en 7 semanas la clorosis se corrigió.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el campo agrícola experimental y laboratorio de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada dentro del Municipio de Tlahualilo, Dgo.

Se utilizaron árboles de durazno criollo de cuatro años de edad plantados a una distancia de 5x5 m en un suelo cuyas características físico químicas de acuerdo con Martínez (1991), es de textura migajón arcillosa, de pH ligeramente alcalino, pobre en materia orgánica y nitrógeno y rico en fósforo y calcio.

El suministro de agua en el huerto estuvo sujeto al calendario de riego que proporciona la Comisión Nacional del Agua para la irrigación por gravedad en la Comarca Lagunera del ciclo Primavera-Verano.

Durante el experimento se aplicaron 5 riegos y se procuró que las aplicaciones de quelato de hierro coincidieran con estos para asegurar un mejor aprovechamiento del producto utilizado.

Se realizó una aleatorización de los tratamientos; tomando en consideración la vigorosidad de los árboles para definir el bloque. El diseño experimental que se utilizó fue un bloque al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones y un árbol constituyó la unidad experimental. Los tratamientos (T) fueron: T1 Testigo (sin aplicación de quelato); T2 120 g de quelato por árbol; T3 240 g de quelato por árbol y T4 360 g de quelato por árbol.

El quelato utilizado fue Sequestrene 138 Fe y se aplicó en un radio aproximadamente de 40 cm

de distancia del tronco de los árboles cerca de la zona de goteo incorporándose al suelo en una zanja de 30 cm de profundidad. La aplicación del producto se realizó en dos fechas, suministrando el 70% de las dosis a principios de abril durante la primavera y el resto a finales de esta estación. Las variables evaluadas en el experimento fueron:

- ➡ Contenido nutrimental de Fe y Mn, P y Ca en la hoja.
- ➡ Longitud de los brotes
- ➡ Intensidad de coloración verde del follaje.

#### SINTOMATOLOGIA

GRADO 1	Hoja color verde
GRADO 2	Hoja semi-verde o semi-clorótica
GRADO 3	Hoja clorótica
GRADO 4	Necrosis

Para determinar las concentraciones de Fe, Mn, P y Ca en la hoja se tomaron a finales de verano, muestras foliares de la parte media de los brotes, siendo 60 hojas al azar por árbol. Se prepararon en el laboratorio de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, lo cual consistió en el lavado con hipoclorito de Ca al 2%, secado, molienda e identificación para posteriormente llevarlas al Laboratorio Agropecuario Regional para su análisis. El P se determinó por el método calorimétrico con molibdato de amonio y el Ca, Fe y Mn por absorción atómica.

Para la variable longitud de brotes se utilizó una cinta métrica. Se tomaron 4 brotes al azar en dirección de los cuatro puntos cardinales y se obtuvieron las medias por árbol.

La intensidad de coloración de la hoja por efecto de la aplicación se registró de manera visual por su sintomatología y mediante la siguiente escala arbitraria:

## RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido nutrimental de Fe en el follaje por efecto de las aplicaciones al suelo mostró diferencia estadística. Las dosis altas de 240 g y 360 g de sequestrene 138 Fe fueron efectivas para corregir la deficiencia (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con otros estudios donde se ha aplicado FeEDDHA a frutales establecidos en suelos calcáreos (Sauchelli, 1969; Mortvedt *et al.*, 1972). Y concuerda también con las investigaciones de Nher y Kadry (1954), quienes al aplicar dosis de 60, 120, 240 y 480 g de Fe-DTPA en durazno cultivar Elberta lograron controlar la clorosis a partir del tratamiento de 120 g. En tanto que las aplicaciones de 400 g Fe-DTPA al voleo realizadas durante el verano redujeron también los síntomas de clorosis en árboles de 10 años.

Se observó también alta significancia para el nivel nutrimental de Mn. Las concentraciones de 120, 240 y 360 g de sequestrene 138 Fe se comportaron estadísticamente iguales e inferiores al testigo; siendo este último tratamiento el que mostró los niveles más altos en las hojas (Cuadro 1). Estos resultados eran de esperarse ya que está demostrado que el fierro y el manganeso interaccionan en sus funciones fisiológicas y la actividad metabólica de uno afecta la concentración de otro elemento (Somers y Shive, 1942), tal como sucedió en el estudio.

CUADRO 1. Efecto de la aplicación de quelato de fierro en árboles de durazno, respecto a los contenidos nutrimentales de Fe y Mn en la hoja.

TRATAMIENTOS	FIERRO		MANGANESO	
g de quelato de Fe	(ppm)		(ppm)	
Sin aplicación	59.20	b	193.00	a
120	62.00	b	65.00	b
240	72.00	a	72.00	b
360	78.00	a	62.00	b

\* Valores con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes DMSH 0.05

Respecto a la concentración de Ca en el follaje los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticas significativas. El testigo tuvo las más altas concentraciones de este elemento nutritivo

en tanto el resto de los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, sin variaciones sustanciales en los valores porcentuales (Cuadro 2).

CUADRO 2. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de quelato de fierro en árboles de durazno, sobre el contenido de Ca y P en la hoja.

TRATAMIENTOS	CALCIO		FOSFORO	
g de quelato de fe	%		%	
Sin aplicación	2.3380	a*	0.1260	a
120	1.7000	b*	0.1500	a
240	1.7900	b	0.1500	a
360	1.7600	b	0.1500	a

\* Valores con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes. DMSH 0.05

Juscafresa (1966), señala que la clorosis en durazno se debe al bloqueo ejercido por el calcio sobre ciertos nutrientes o micronutrientes, impidiendo que éstos puedan ser asimilados por el árbol. Se considera que en cierta forma si incluyó la aplicación del quelato de fierro para que dicho bloqueo no fuera posible dentro de la planta, ya que con los resultados obtenidos respecto a la concentración de calcio se observó diferencia estadística significativa mostrando los árboles testigo los contenidos de calcio más altos y los más bajos en fierro foliar.

En el análisis de varianza no mostró significancia estadística en cuanto a la concentración de fósforo (Cuadro 2). Además los niveles de este elemento nutrimental fueron muy bajos de

acuerdo a los rangos de suficiencia nutrimental de Georgia que va de 0.12 a 0.50% (Stephen y Ferre, 1985).

En cuanto a la longitud de brotes no se observó diferencia estadística significativa (Cuadro 3). Sin embargo, el tratamiento de 360 g tendió a incrementar el tamaño. Stebbins *et al.*, (1963), tratando árboles del cultivar Elberta de 25 años de edad encontraron que el crecimiento de brotes aumentó solamente cuando el N y Fe fueron aplicados. Esta puede ser la razón por la cual no se manifestó con claridad el efecto del Fe en el desarrollo de los brotes.

CUADRO 3. Efecto del quelato de fierro aplicado al suelo en árboles de durazno, respecto a la longitud de brote.

<i>Tratamientos g de quelato de Fe</i>	<i>Long. de brote cm</i>	
Sin aplicación	80.40	a*
120	107.60	a
240	112.30	a
360	116.55	a

\* Valores con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes DMSH 0.05.

Por otra parte al evaluar el color del follaje, en general se observó que todos los tratamientos con quelato presentaron hoja con coloración semi-verde a mediados de la primavera durante el mes de mayo, después de que se hizo la primera aplicación en el mes de abril; y que con base a la escala sintomatologica usada en este estudio se puede decir que la mayoría de los árboles se encontraban dentro del grado 2. Después de la segunda aplicación (finales de primavera) se pudo observar que la coloración verde de las hojas mejoró considerablemente ubicándose estas en el grado 1 a excepción del testigo; prevaleciendo este color durante el mes de julio (cuatro semanas después de la segunda aplicación). Estos resultados coinciden con Kuyquendall *et al.*, (1957) quienes al aplicar varios quelatos al suelo en huertos de limón y naranjo, encontraron un efecto rápido en el cambio de coloración de la hoja de amarillo a verde con el FeEDDTHA a la dosis de 12 a 24 g Fe/árbol.

## CONCLUSIONES

El quelato de fierro incrementó el contenido de este elemento en la hoja de durazno.

El sequestrene 138Fe contribuyó a reducir la clorosis e incrementar el color verde del follaje en árboles de durazno un mes después de que se hizo la segunda aplicación, siendo la dosis de 360 g la mejor.

La aplicación del quelato no tuvo efecto en la longitud de brotes en las plantas de durazno; sin

embargo, la dosis de 360 g mostró un incremento.

La aplicación de sequestrene 138 Fe provocó disminución en el contenido de manganeso foliar.

## LITERATURA CITADA

- Brown, J. C. 1961. Iron Chlorosis in plants. *Advances in Agronomy*. 13:279-290.
- CONAFRUT. 1972. El durazno: Su cultivo y aprovechamiento en México. Folleto No. 6. México.
- Dickens, L. E.; W. J. Henderson and J. Altman. 1960. Chemical control of peach tree chlorosis. *Plant Dis. Rep.* Tr. 44:317.
- Enríquez R., S.A. 1980. Efecto de la relación Fe/Mn sobre la sintomatología, contenidos nutrimentales de clorofila de 5-AAL, catalaza, peroxidaza en la vid (*Vitis vinifera*), cv Malaga Roja. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Hernández Sh., M. A. 1976. El durazno. Edición especial del banco de crédito rural del norte. Chihuahua, México. p. 1-3, 36-48.
- Juscáfresa, B. 1966. El melocotonero. Ed. Aedos. Barcelona, España. p. 96-97.
- Kochan, W. J., 1962. Fe chelate control of chlorosis in peach trees. *Idaho Agr. Exp. Sta. Bul.* 384.
- Kuykendall, J. R.; Hilgerman R. H. and C. W. Vanhorn. 1957. Responses of chlorotic

- citrus trees in Arizona to soil applications of iron chelates. *Soil Sci.* 87:77-86.
- Longoria, G. G. 1977. Prevención de la clorosis férrica en suelos calcáreos mediante tratamientos de inundación. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Martínez R., O. A. 1991. Remojo de semilla de nogal (*Carya illinoensis* Koch). Cv. Riverside en la propagación de patrones. Resumen XII Congreso: Fitogenética. p. 98.
- Mata B., I.; Briones S., G.; y N. C. Salazar V., 1985. Corrección de la clorosis férrica del durazno en el norte de Coahuila. In: Memoria. XVIII. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. UAAAN p. 36.
- Mortvedt, J. J.; Giordano, P. M. and Lindsay, W. L. 1972. Micronutrients in agriculture. *Soil. Sci. Soc. Am. Inc. Madison Wisconsin. U. S. A.* 482 p.
- Neher, D. D. and L. Kadry. 1954. Chelated Fe for chlorosis control. *Utah Acad. Sci. Arts and Let Proc.* 33:212.
- Ramos V., R. 1989. Guía para producir durazno en el valle de Mexicali. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Baja California. México. p. 13-14.
- Saucheli, V. 1969. Trace element in agriculture. Ed. Van Nos Trad Re inhold Company. New York. U. S. A.
- Schneider, E. O., L. Chesmin y R. M. Jones. 1968. Micronutrients -the fertilizer shoenails-the elusive nutrient iron. *Fert. Soil.* 12 (4) 18-20, 22,24.
- Stebbins, R. L.; G. Johnson and D. K. Johnson. 1963. Responses of peach to applications of N and chelated Fe in Colorado. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 82:114-119.
- Stephen, C. M. and M. E. Ferre. 1985. Peach nutrition in Georgia. In the Peach World Cultivar to Marketing p. 580-585.
- Stewart, I. and C. D. Leonard. 1957. Use of chelates in citrus production in Florida. *Soil Sci.* 84:87-97.
- Somers, I. I. and J. W. Shive (1942). The iron-manganese relation in plant metabolism. *Plant Physiol.* 17:582-602.
- Thorne, D. W. and A. Wallace. 1944. Some factors affecting chlorosis on highlime soils. I. Ferrous and Ferric Iron. *Soil Sci.* 57:299-312.
- Wallace, A. and O. R. Lunt. 1960. Chlorosis in Horticultural plants, a review. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75:819-841.