



# AVANCES TECNICOS

# 267

# Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Septiembre de 1999

## DEFICIENCIAS MINERALES EN TANGELO MINNEOLA, INDUCIDAS EN CONDICIONES HIDROPÓNICAS

Dagoberto Capera Borja\* ; Jairo E. Leguizamón-Caycedo\*\*

**L**a zona cafetera central de Colombia posee la mayor región productora de cítricos (término en el cual se incluyen todas las variedades de tangelo, naranja, mandarina y lima) del país con una superficie estimada de 8.000 hectáreas tecnificadas, una producción anual de 280.000 toneladas y un valor de producción de \$17 mil millones. Además, permite la generación de 5.000 empleos directos.

Con relación al tangelo Minneola, dicha zona registra aproximadamente unas 2.100 hectáreas, con un rendimiento promedio de 40 toneladas por hectárea, para una producción anual de 84.000 toneladas.

Esta región, conformada por los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, presenta una serie de problemas que influyen negativamente sobre la produc-

ción de tangelo Minneola, destacándose los causados por enfermedades, la desnutrición de árboles y el mal manejo de huertos, en general.

Con relación a la fertilización, muchos de los nutrientes minerales que necesitan los cítricos se encuentran en el suelo en cantidades variables, que en ocasiones no son suficientes para la adecuada nutrición de los árboles. Por tanto,



**Figura 1.** Deficiencia de Nitrógeno; inicialmente las hojas adultas muestran coloraciones verde-amarillentas. En estados avanzados, toda la hoja se torna amarillenta. A la derecha, una hoja proveniente de un árbol nutrido con la solución de Hoagland (testigo) (15).

\* Programa de Jóvenes Investigadores Colciencias. Fitopatología, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe.

\*\* Investigador Principal I. Fitopatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia

es necesario establecer programas de fertilización. Cuando algunos de los elementos minerales que necesitan los cítricos no se encuentran en cantidades adecuadas en el suelo, se presentan alteraciones en el tejido foliar, tales como cambios de color, mal desarrollo, arrugamientos, etc. Estas alteraciones son características de la falta de un determinado nutrimento y se conocen como deficiencias minerales.

Con el objeto de establecer claramente cuales son los síntomas de las deficiencias de los elementos minerales en el tangelo Minneola, se realizó una investigación mediante una técnica aerohidropónica en casas de malla, con promedios de temperatura de 25,1°C y de humedad relativa de 76,4 %.

Como material vegetal se emplearon árboles de tangelo Minneola (injertados sobre los portainjertos Citrumelo 4475 y Sunki X English) con una edad menor de siete meses, de los cuales se retiró el suelo contenido en las bolsas mediante lavado con un chorro de agua a presión (3, 5 12).

Inmediatamente se uniformizó el tamaño de las plantas mediante podas aéreas y radicales realizadas a 50 y 20cm por encima y por debajo del cuello de los árboles, respectivamente (3). Posteriormente se realizó la desinfestación del material con NaOCl 2%, lavándolo sucesivamente con agua destilada. Por último, los árboles se sembraron en materas con vermiculita y se irrigaron con una solución Hoagland (pH= 6-7), cumpliendo las siguientes fases: adaptación, crecimiento del material vegetal, máxima demanda de bioelementos e inducción de deficiencias minerales (4, 8, 9, 14, 15).

### Técnica hidropónica

Se empleó la técnica aerohidropónica, donde los árboles se sembraron en vermiculita. Posteriormente se aplicó la solución nutritiva completa o Hoagland (la cual contenía los 12 elementos minerales esenciales para el desarrollo de los árboles de tangelo Minneola) por irrigación superficial, mediante percolación o chorreo, sin recuperación del producto filtrado (15).

### Fases del material vegetal en las condiciones hidropónicas

Fase de adaptación. Los árboles se sembraron en vermiculita para iniciar su adaptación a las nuevas condiciones hidropónicas y aplicarles semanalmente solución nutritiva Hoagland 1/4 M, dos riegos de 300ml/cada uno. Esta fase duró aproximadamente dos meses.

- Fase de crecimiento del material vegetal. Al culminar la fase de adaptación y teniendo en cuenta

el desarrollo del material vegetal se aumentó la concentración de la solución nutritiva Hoagland a 1/2 M. Esta fase duró tres meses.

- Fase de máxima demanda de bioelementos: consistió en la aplicación de la solución Hoagland 1M por espacio de cinco meses. Mensualmente se realizaron 2 riegos, cada uno de 400ml.

- Fase de inducción de deficiencias. En esta se suministró la solución nutritiva, retirando un bioelemento. Se obtuvo al eliminar cada uno de los 12 elementos minerales esenciales de la solución inicial. A partir de esta etapa se aplicaron los tratamientos y tuvo una duración de cinco meses.

Se efectuó un seguimiento de las deficiencias que aparecieron en cada una de sus manifestaciones, mediante el empleo de registros fotográficos (diagnóstico visual) y una descripción detallada.

## Sintomas de las deficiencias inducidas

### El nitrógeno

Las deficiencias de nitrógeno aparecen en hojas adultas, las cuales son de color verde pálido hasta tornarse uniformemente amarillentas. Además, son de menor tamaño y espesor (Figura 1). En casos leves, la deficiencia muestra en las hojas un amarillamiento en la nervadura principal; mientras que en casos severos, la hoja entera,

incluyendo las nervaduras laterales y principal, se tornan amarillentas.

A medida que el árbol genera brotes las hojas nuevas son de un color verde más oscuro que las adultas, debido a la translocación del nitrógeno de las hojas viejas a las nuevas. Al mismo tiempo disminuye la cantidad de nuevos brotes, acompañados por muerte de ramas. En otros casos hay defoliación prematura.

Los árboles deficientes en nitrógeno son de menor tamaño (retraso del crecimiento) y con bajos rendimientos; en tanto, la floración y la formación de follaje son bajas (11).

Cuando los niveles de nitrógeno son óptimos hay mayor cantidad de clorofila y mejora la asimilación y síntesis de productos orgánicos, lo cual se manifiesta en un mayor vigor y crecimiento de las plantas (6). La pérdida uniforme de clorofila debido a la deficiencia de nitrógeno produce grandes trastornos fisiológicos. No se sintetizan las proteínas debido a la falta de energía; hay una menor asimilación y síntesis de productos orgánicos, dando como resultado una menor cantidad de celulosa en las paredes celulares y predisponiendo las hojas al ataque de insectos y plagas (1, 7).

## El fósforo

Las deficiencias de fósforo se caracterizan por la aparición de un color bronceado, sin brillo, en las hojas adultas. En el ápice y en los márgenes de las hojas se presentan coloraciones amarillentas con posterior necrosis (Figura 2); en casos severos hay defoliación.

Las hojas de plantas carentes de fósforo adquieren una coloración bronceada, pierden el brillo característico, son de menor tamaño, y en casos más avanzados, presentan zonas necróticas en los bordes, en las extremidades o en el interior del limbo. La planta sufre abundante defoliación durante y después de la floración. Se reduce el crecimiento y el follaje es ralo. Puede haber secamiento y muerte de ramas y reducción de la producción (2).

Los frutos de plantas deficientes

en fósforo adquieren coloración más intensa, son algo mayores que lo normal y la corteza es más gruesa; el fruto se deforma y posee menos jugo; aumentan los azúcares, la acidez y la vitamina C (3). Investigaciones realizadas en California (Estados Unidos) demuestran que la evolución de la deficiencia de fósforo en los primeros estados no produjo ningún efecto sobre el follaje, desarrollo, floración y producción de los cítricos. La calidad del fruto fue lo único que se afectó, pues su tamaño era mayor y su corteza más gruesa, con menos jugo.

Cuando la deficiencia se encuentra en un estado avanzado, en el que ya son visibles los efectos sobre la producción y las hojas, éstas pierden brillo, adquieren un color verde pálido y son de menor tamaño.

Cuando la deficiencia se acentúa, la coloración de las hojas pasa a bronceada, se restringe la formación de nuevos brotes y estas hojas se desprenden prematuramente. Posteriormente mueren las ramas nuevas. Los árboles son de menor tamaño (11).

## El potasio

Las deficiencias de potasio se caracterizan por la presencia de un color amarillo bronceado, sin brillo, en las hojas adultas. Son gruesas, de menor tamaño y con el ápice enrollado; en tanto, las hojas más jóvenes no presentan ninguno de los síntomas anteriores (Figura 3). A diferencia de la deficiencia de boro, las hojas tiernas aparecen arrugadas y de coloración amarillenta.

Contrariamente a los otros elementos, la carencia incipiente de

potasio se manifiesta en la disminución del tamaño de las frutas. En las hojas no se observa ningún síntoma. En un estado más avanzado de la deficiencia las hojas nuevas tienen un tamaño reducido, son gruesas, onduladas y con los ápices encorvados; toman coloración amarilla bronceada surgiendo en ellas después áreas necróticas. Posteriormente estas caen lentamente y ocurre secamiento y muerte de ramas nuevas. También pueden aparecer exudaciones gomosas sobre las hojas, lo mismo que en las ramas y el tronco. La corteza de los frutos tiende a engrosar (2).

Los primeros síntomas de deficiencia de potasio en las hojas consisten en una reducción de su tamaño en la parte superior de la planta y se detiene el crecimiento de esa parte. Cuando avanza la deficiencia, las ramas pierden rigidez y se doblan, las hojas son más gruesas y rugosas, ocurre una defoliación prematura; las puntas de las ramas pueden morir y se produce formación de goma. Como último síntoma, empiezan a aparecer áreas necróticas con pústulas de coloración parda (11).

## El magnesio

Este elemento se transloca de las hojas maduras hacia el fruto en desarrollo y las hojas más nuevas. Por eso, los síntomas de deficiencia se manifiestan en hojas adultas y principalmente en plantas o ramas con alta producción, caracterizados por la aparición de áreas cloróticas a lo largo de la nervadura principal, tomando en estados avanzados toda la superficie del limbo, excepto de una pequeña área con forma de una "V" invertida junto al pecíolo (2).



**Figura 2. Deficiencia de fósforo**



**Figura 5. Deficiencia de calcio**



**Figura 3. Deficiencia de potasio**

**Figura 2.** Hojas adultas de un color bronceado sin brillo. En el ápice y en los bordes de la hoja ocurre un amarillamiento con posterior necrosis.

**Figura 3.** Las hojas adultas gruesas con apariencia rugosa, de menor tamaño y de un color amarillo bronceado y sin brillo. Las hojas más jóvenes no presentan arrugamiento ni coloraciones amarillentas.

**Figura 4.** La hoja presenta una desaparición progresiva de la clorofila o amarillamiento desde el ápice hasta la base, presentándose la decoloración en forma de "V" invertida, involucrando las nervaduras laterales y la principal.

**Figura 5.** Las hojas presentan manchas cloróticas a lo largo de las márgenes, surgiendo después pequeñas zonas necróticas.

**Figura 6.** Las hojas nuevas presentan un menor tamaño con un amarillamiento progresivo uniforme.

**Figura 7.** Hojas nuevas arrugadas y tienen color verde pálido. A medida que la hoja logra su desarrollo, las nervaduras son salientes, de color verde con apariencia corchosa.

**Figura 8.** Los brotes terminales pueden curvarse en forma de "S". Se presenta defoliación con exudados gomosos en las ramas, las cuales muestran síntomas de muerte descendente.

**Figura 9.** Las hojas jóvenes son de menor tamaño y de una coloración verde claro o amarillenta, mientras que todas las nervaduras conservan su color verde.



**Testigo**



**Figura 4. Deficiencia de magnesio**



**Figura 6. Deficiencia de azufre**



**Figura 7. Deficiencia de boro**

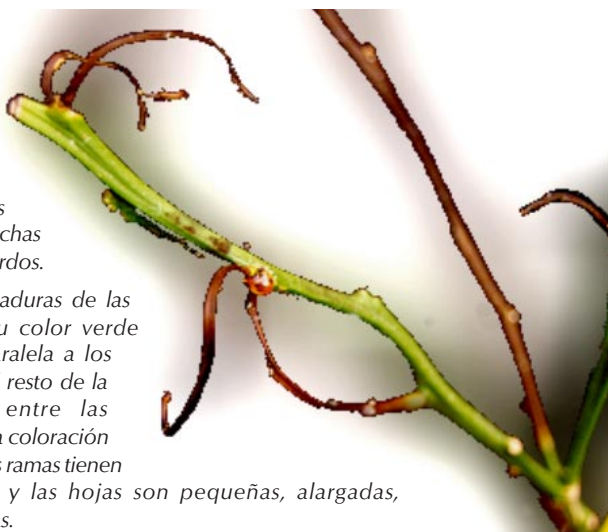


**Figura 10. Deficiencia de manganeso**

**Figura 10.** Las hojas nuevas son de un color verde claro o pálido, mientras que las nervaduras conservan su color verde normal. En casos severos, toda la hoja toma una coloración verde-amarillenta.

**Figura 11.** Las hojas presentan entre las nervaduras grandes manchas de color amarillo brillante y de forma circular o elíptica, y en algunos casos, sobre las manchas aparecen centros pardos.

**Figura 12.** Las nervaduras de las hojas mantienen su color verde junto a una faja paralela a los mismos; en tanto, el resto de la superficie foliar entre las nervaduras toma una coloración verde-amarillenta. Las ramas tienen entrenudos cortos y las hojas son pequeñas, alargadas, puntiagudas y erectas.



**Figura 8. Deficiencia de cobre**



**Figura 11. Deficiencia de molibdeno**

Testigo



**Figura 9. Deficiencia de hierro**



**Figura 12. Deficiencia de zinc**

La clorosis inicialmente puede ser internerval; sin embargo, con el agravamiento de la deficiencia toda la hoja toma una coloración amarilla. Las hojas severamente afectadas caen con facilidad, las ramas son delgadas y están sujetas a la invasión de hongos (2).

Las deficiencias de magnesio están caracterizadas como una progresiva desaparición de la clorofila desde el ápice de la hoja hasta la base, presentándose la decoloración en forma de “V” invertida. Cabe anotar que la decoloración abarca las nervaduras laterales y la principal (Figura 4).

Hay una relación entre el desarrollo de síntomas de deficiencia de magnesio y la producción de semillas: las variedades cuyos frutos contienen más semillas exhiben con mayor frecuencia los signos de deficiencia. Los frutos tienen corteza gruesa y color menos intenso, tanto interna como externamente. Las plantas deficientes en magnesio pierden mucho más frutos por caída natural y son menos resistentes al frío que las normales. El desarrollo de las raíces es deficiente y las producciones se reducen (2).

## El calcio

Es el elemento que más predomina en los órganos vegetativos de los cítricos; no obstante, hay muy pocas investigaciones acerca de su efecto directo sobre el desarrollo y fructificación de estas plantas. Es un elemento poco móvil (2).

Los síntomas de deficiencias de este elemento se caracterizan por la presencia de manchas cloróticas a lo largo de las márgenes en las hojas jóvenes (Figura 5), en las cuales surgen después pequeñas

zonas necróticas; esta clorosis progresa hacia el centro de la hoja y la base. A menudo las hojas no llegan a desarrollarse completamente, caen prematuramente formándose otras nuevas, pero la caída de éstas también es precoz.

Las ramas presentan secamiento a partir de la punta; hay desarrollo de nuevas ramas de los botones laterales pero también mueren. También las hojas disminuyen de tamaño (2). Los altos contenidos de calcio pueden indicar déficit de potasio o magnesio, o sólo calcio, donde la disponibilidad de hierro, cobre, zinc, manganeso y boro puede constituirse en un problema (13).

## El azufre

La deficiencia de azufre causa menor tamaño de las hojas nuevas, las cuales presentan un amarillamiento progresivo uniforme (Figura 6).

Una planta con deficiencia de azufre presenta hojas jóvenes cloróticas y de tamaño reducido; en cambio, las viejas permanecen normales; los frutos son pequeños, poco coloreados y poco succulentos (13).

## El boro

La movilidad del boro de los tejidos viejos a los jóvenes es mínima. Esto explica posiblemente la tendencia de los brotes a secarse, siendo uno de los síntomas de deficiencia (11).

La deficiencia de boro desarrolla como síntomas internos una degeneración del tejido meristemático, incluyendo el

cambium; el rompimiento de las paredes celulares del parénquima y un débil desarrollo del tejido vascular. El xilema y el floema se desarrollan en forma imperfecta, hay hipertrofia de las paredes celulares y decoloración que frecuentemente precede a la desintegración de la célula.

Como síntomas externos ocurre marchitamiento general de la planta; esto tiene relación con el hecho de que los cítricos son más sensibles a la sequía, llegando a mostrar síntomas de marchitez aún en suelos con buena humedad. Las hojas tienen una tendencia a marchitarse, retorcerse y doblarse hacia arriba, principalmente. Las hojas jóvenes se desprenden prematuramente y las ramas muestran formación de goma y luego mueren. Las nervaduras laterales y principales de las hojas jóvenes son más gruesas, cloróticas, de apariencia corchosa y usualmente son alargadas con rajaduras y hendiduras (11). Los síntomas de deficiencia de boro aparecen en hojas nuevas las cuales se arrugan y tienen un color verde pálido. A medida que la hoja se desarrolla, las nervaduras son salientes, de color verde y tienen apariencia corchosa (Figura 7).

Los frutos presentan zonas de color pardo en el mesocarpio, son pequeños y duros con corteza gruesa; en muchos casos presentan rajaduras. Pueden ocurrir formaciones mucilaginosas sobre la corteza o en cualquier otra parte del fruto (2).

## El cobre

La deficiencia de cobre no genera síntomas claros y distintivos en las

hojas. Generalmente los síntomas aparecen primero en los frutos, luego en las ramas y en las hojas; o en casos de deficiencias ligeras es posible que los síntomas queden reducidos a los frutos, exclusivamente (11).

La deficiencia incipiente de cobre se manifiesta por la ocurrencia de hojas grandes, de color verde oscuro, con mayor espesor, similar al causado por las aplicaciones excesivas de nitrógeno. Los brotes terminales pueden curvarse en forma de “S” con bolsas de goma cerca a las hojas (Figura 8).

Cuando la deficiencia es más severa las hojas formadas son más pequeñas, el brote terminal puede morir; sin embargo, las más viejas son grandes, retorcidas y mal formadas. En casos muy agudos, las hojas se retuercen y tienen los márgenes irregulares, cloróticas, con nervaduras verde oscuras bien definidas. Los frutos son irregulares, con excrecencias pardo-rojizas, más claras en los frutos jóvenes y se oscurecen progresivamente, pudiéndose tornar negras en los frutos maduros. Además, son poco ácidos e insípidos, y su pulpa es seca (2).

## El hierro

Los síntomas de deficiencia de hierro aparecen en las hojas jóvenes las cuales son de menor tamaño y de un color verde claro o amarillento, mientras que todas las nervaduras conservan el color verde (Figura 9). Ocurre defoliación y en casos agudos, lleva a la desecación de las ramas, empezando por el ápice y avanza progresivamente hacia abajo, originando una reducción del tamaño de los árboles (11). Las

hojas terminales de plantas deficientes en hierro presentan una clorosis internerval, son más delgadas y, en casos severos, pueden tornarse enteramente amarillas.

Los frutos son escasos, pequeños, duros, decolorados y la producción disminuye (2).

## El manganeso

Los síntomas de deficiencia de manganeso aparecen en las hojas nuevas las cuales son de color verde claro o pálido, mientras que las nervaduras conservan su color verde normal (Figura 10). En casos severos de deficiencia toda la hoja toma coloración verde-amarillenta. Las hojas jóvenes no poseen el brillo normal y a medida que alcanzan la madurez toman una coloración oscura y caen prematuramente (2).

Las hojas muestran clorosis, debido a que el manganeso está en estrecha relación con el hierro en la formación de la clorofila. Además, es esencial en el metabolismo de carbohidratos y asimilación de nitrógeno (6).

## El molibdeno

Su deficiencia causa la presencia de manchas internervales de color amarillo brillante y de forma circular o elíptica, y en algunos casos, sobre las manchas aparecen centros pardos (Figura 11). En casos avanzados, se presenta defoliación.

Los frutos muestran manchas necróticas idénticas a las quemaduras causadas por el sol (2).

Las hojas presentan clorosis, ya que este elemento interviene

fisiológicamente en la absorción de nitrógeno. Después, en el envés, esas manchas toman coloraciones pardas y resinosas y ocurre defoliación.

## El zinc

Los síntomas de deficiencia de zinc se conocen también como “foliocollosis” o “moteado de la hoja”. Las nervaduras mantienen su color verde y junto a ellas, aparece una faja paralela; el resto de la superficie foliar, entre las nervaduras, toma una coloración verde-amarillenta.

Las ramas presentan entrenudos cortos, las hojas son pequeñas, alargadas, puntiagudas y erectas (Figura 12).

En los primeros estados de deficiencia, los síntomas pueden aparecer en las hojas sin que se afecte el tamaño normal. A medida que la deficiencia avanza, las nuevas hojas son más pequeñas, estrechas, alargadas, puntiagudas y los brotes tienen forma de “roseta”. Las ramas debilitadas comienzan a secarse a partir del ápice después de su defoliación, lo que determina una detención en el crecimiento del árbol.

Los frutos son pequeños y decolorados, algo insípidos y la producción puede reducirse (2, 13).

Las hojas jóvenes deficientes en zinc son de menor tamaño, debido a que se afecta la asimilación de auxinas, hormonas responsables de la elongación y el crecimiento celular. También se afecta el metabolismo de los carbohidratos y la síntesis de proteínas. Igualmente, las hojas muestran clorosis porque el zinc es un elemento que cataliza la formación de la clorofila (6, 7).

# LITERATURA CITADA

1. BAR, Y.; APELBAUM, A.; KAFKAFI, U.; GOREN, R. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. *Journal of Plant Nutrition* 20 (6): 715-731. 1997.
2. BROWNING, H.; GOVERN, R.; JACKSON, L.; CALVERT, D.; WARDOWSKI, W. Florida citrus diagnostic guide. Florida, Florida Science Source. 1995. p. 206-223.
3. CADENA, M. Análisis nutricional de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz et Pavon) Oken, asociado a hidroponía. Bogotá, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", 1987. 347 p. (Tesis: Ingeniero Forestal).
4. CASTELLANOS, M.; SOTOLONGO, J. Estudio de las deficiencias de B y Cu en plantas de toronja Marsh (*Citrus paradisi*) cultivados en arena. *Cultivos Tropicales* 3 (1): 3-19. 1981.
5. CHAPMAN, H.; PARKER, E. Weekly absorption of nitrate by young, bearing orange trees growing outdoors in solution cultures. *Plant Physiology* 17 (3): 366-376. 1942.
6. HUBER, D. The role of mineral nutrition in defense. *In*: HORSFALL, J.; COWLING, E. *Plant Disease*. V. 5. New York, Academic Press, 1980. p. 301-404.
7. HUBER, S. Biochemical mechanism for regulation of sucrose accumulation in leaves during photosynthesis. *Plant Physiology* 91 (2): 656-662. 1989.
8. LIN, Z.; MYRHE, D. Differential response of citrus rootstocks to aluminum levels in nutrient solutions. *Journal of Plant Nutrition* 14 (11): 1.223-1.254. 1991.
9. LIN, Z.; MYRHE, D. Supernatant solutions containing various levels of aluminum and similar concentrations of phosphorus for aluminum phytotoxicity studies. *Journal of Plant Nutrition* 14 (1): 75-91. 1991.
10. MANTHEY, J.; CROWLEY, D. Leaf and root responses to iron deficiency in avocado. *Journal of Plant Nutrition* 20 (6): 683-693. 1997.
11. MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Londres, Academic Press, 1986. 674 p.
12. OKATANI, M.; NONAMI, H.; FUKUYAMA, T.; HASHIMOTO, Y. Growth-induced water potential in leaves and stems of tomato plants and citrus trees grown in hydroponic culture. *Acta Horticulture* No. 396: 99-106. 1995.
13. SARASOLA, A.; ROCCA, M. Fitopatología. Curso moderno. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. p. 127-1.390.
14. SWIETLIK, D. Interaction between zinc deficiency and boron toxicity on growth and mineral nutrition of sour orange seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 18 (6): 1.191-1.207. 1995.
15. ZHU, B.; ALVA, K. Effect of pH on growth and uptake of copper by Swingle citrumelo seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 16 (9): 1.837-1.845. 1993.

## Recuerde:

***El análisis del suelo es una herramienta fundamental de administración de las labores agrícolas, con la cual se logra evitar deficiencias nutritivas en los cultivos, y/o las pérdidas que ellas causan.***

*Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.*

**Cenicafé**

Centro Nacional de Investigaciones de Café  
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia  
Tel. (968)506550 Fax. (968)504723  
A.A. 2427 Manizales  
cenicafe@cafedecolombia.com

**Edición:** Héctor Fabio Ospina Ospina  
**Fotografía:** Gonzalo Hoyos Salazar  
**Diagramación:** Gonzalo Gallego González