





INIAP - PROMSA



**GUÍA DE BOLSILLO PARA LA DETERMINACIÓN DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.)**

**PROYECTO IQCV 008:**

GENERACIÓN Y DIFUSIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE TOMATE DE ÁRBOL Y BABACO EN LA SIERRA ECUATORIANA

**Ejecución:** Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. Programa de Fruticultura. GET.

Teléfono: (593) 2371057 – 2373701  
Email: [frutiniap\\_granjaexptumbaco-ec.com](mailto:frutiniap_granjaexptumbaco-ec.com)

**Investigador Principal:** Juan León Fuentes

**Financiamiento:** Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios – PROMSA.

**Coordinación General:** Juan León Fuentes – Pablo Viteri Díaz

**Levantamiento de textos:** Patricia Salguero

**Fotografías:** Archivos del Programa de Fruticultura GranjaTumbaco

**Diseño, diagramación e impresión:** Tecnigrava

**Tiraje:** 1000 ejemplares

Quito – Ecuador

## PRESENTACIÓN

El Ecuador posee gran riqueza de recursos fitogenéticos, que deben ser conservados, estudiados y aprovechados, de tal forma que aporten beneficios tangibles a los sectores relacionados y por consecuencia al país.

Para ello, debe haber una concientización general de la importancia de la investigación agrícola, conocer que ésta es la base para la innovación tecnológica y principal insumo para la transferencia y adopción del conocimiento, que darán lugar a procesos eficientes y la obtención de productos de calidad que puedan ser competitivos en los mercados nacional e internacional.

Para lograrlo, es necesario el apoyo y fortalecimiento de la investigación, a través de políticas claras y programas permanentes que definan el rumbo de ésta y aporten los recursos económicos, para que instituciones especializadas, universidades y el sector privado, hagan realidad los objetivos y metas propuestas, mediante la presentación y ejecución de proyectos.

- Consecuentes con lo señalado, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – **INIAP**, a través del Programa de Fruticultura de la Granja Experimental Tumbaco, lideró la ejecución del proyecto **“Generación y difusión de alternativas tecnológicas para mejorar la productividad de tomate de árbol y babaco en la sierra ecuatoriana”**, el mismo que fue apoyado económicamente, tanto en la fase investigativa como de difusión por el Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios – **PROMSA**, y hoy como fruto de este trabajo, se pone a consideración de quienes están involucrados en el sector frutícola, esta publicación, que consideramos será una aporte importante para mejorar el manejo de este frutal.

Juan León Fuentes  
**Director del Proyecto**

Pablo Viteri Díaz  
**Colaborador Principal**

**CONTENIDO**

<b>Presentación</b> .....	<b>Pag. i</b>
<b>Contenido</b> .....	<b>ii</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Nitrógeno</b> .....	<b>2</b>
<b>III. Fósforo</b> .....	<b>4</b>
<b>IV. Potasio</b> .....	<b>6</b>
<b>V. Calcio</b> .....	<b>8</b>
<b>VI. Magnesio</b> .....	<b>10</b>
<b>VII. Azufre</b> .....	<b>12</b>
<b>VII. Hierro</b> .....	<b>14</b>
<b>IX. Zinc</b> .....	<b>16</b>
<b>X. Cobre</b> .....	<b>18</b>
<b>XI. Boro</b> .....	<b>20</b>
<b>XII. Manganeso</b> .....	<b>22</b>
<b>XII. Molibdeno</b> .....	<b>24</b>
<b>XIV. Bibliografía</b> .....	<b>26</b>

## INTRODUCCIÓN

### GUÍA DE BOLSILLO PARA LA DETERMINACIÓN DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* cav.)

Juan León F.<sup>1</sup>  
Pablo Viteri D.<sup>2</sup>  
Santiago Negrete<sup>3</sup>

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* cav.) es una especie originaria del Ecuador, que a más de poseer muy buenas características de sabor, aroma y contenido nutricional, tiene alto potencial de rendimiento que lo convierten en un cultivo competitivo para los mercados interno y de exportación.

El Ecuador, cuenta con numerosas áreas adecuadas para su explotación por sus condiciones climáticas y de suelos. Las provincias de mayor cultivo son: Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Cotopaxi. Sin embargo, en muchas de estas zonas las condiciones de fertilidad del suelo son bajas, lo que limita el desarrollo de la planta y que se alcancen niveles óptimos de producción.

El agricultor al desconocer los niveles adecuados de los elementos que la planta necesita, realiza una inapropiada aplicación de los fertilizantes, con la consecuente aparición de síntomas de deficiencia o excesos de macro y micro nutrientes que afectan la productividad del cultivo. Basado en lo expuesto, el INIAP, a través del Programa de Fruticultura (Granja Experimental Tumbaco) realizó estudios a fin de conocer la sintomatología de las deficiencias de los principales elementos que las plantas necesitan, a través de la técnica del elemento faltante.

Como fruto de este trabajo se presenta a través de esta guía de bolsillo, la descripción de los síntomas más importantes en hojas y raíces de plantas de tomate de árbol y el respaldo fotográfico para que el productor pueda reconocer con facilidad estas deficiencias y actúe de manera inmediata con los productos adecuados para su corrección, reduciendo los efectos negativos en el desarrollo y productividad del cultivo, por lo que se adjuntan varias alternativas en esta publicación.

<sup>1</sup> Investigador Principal INIAP - Granja Tumbaco

<sup>2</sup> Investigador INIAP - Granja Tumbaco

<sup>3</sup> Ing. Agr. Tesista Universidad Central

## II. NITRÓGENO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Disminución severa del desarrollo sobre todo de la parte aérea.
- Clorosis venal amarillo-verdoso pálido en hojas más viejas, que se expande desde la nervadura central hacia los bordes que se tornan cloróticos.
- Hojas jóvenes verdes pero pequeñas y arrugadas; bordes torcidos hacia el envés.
- Al acentuarse la deficiencia, la clorosis se generaliza. Las hojas ya cloróticas son pequeñas y redondeadas, se necrosan y se desprenden de la planta con facilidad.
- Desarrollo de las raíces más en longitud que en volumen.
- Muerte de la planta.

### B. CORRECCION

Las plantas absorben el nitrógeno en forma de iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). La forma nitrata se absorbe más rápidamente del suelo que la forma amoniacal. Sin embargo la planta absorbe, por las hojas, algo de urea, y pequeñas cantidades de nitrógeno se obtienen de aminoácidos solubles en agua. El nitrógeno tienen gran movilidad en la planta y su deficiencia se inicia en las hojas viejas y luego se traslada a las hojas jóvenes.

Las principales fuentes de nitrógeno constituyen:

Urea:	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46 % de N
Nitrato de amonio:	$\text{NH}_4 \text{NO}_3$	34 % de N
Sulfato de amonio:	$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	21 % de N y 24 % de S

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 3.5 a 4.3 %



### C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE NITRÓGENO



Foto 1. Deterioración en el desarrollo



Foto 2. Clorosis generalizada en hojas bajas



Foto 3. Muerte de plantas

### III. FÓSFORO

#### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Reducción severa del crecimiento en la parte aérea y radicular.
- Afecta primero a las hojas bajas, clorosis amarillo claro desde los bordes y el ápice hacia el interior, quedando puntos verdes claro de menos de 1 mm entre la nervadura principal y las secundarias.
- Los peciolo de las hojas intermedias mueren, el tejido se necrosa avanzando desde la base de la hoja hacia el ápice, las hojas se desprenden del tallo sin marchitarse totalmente.
- Las hojas jóvenes y brotes son de color verde intenso brillante, éstos comienzan a corrugarse y se tornan de apariencia gruesa y su forma se agudiza.

#### B. CORRECCIÓN

La planta absorbe el fósforo como ion ortofosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) o como ion ortofosfato secundario ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ); el primero es de mayor utilización que el segundo. Dentro de la planta posee gran movilidad. La cantidad de fósforo disponible que existe en el suelo puede ser del 1% o menos de la cantidad existente.

Las principales fuentes de fósforo constituyen:

Super fosfato normal:	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	22 % de $\text{P}_2\text{O}_5$ , 28 % de de CaO y 12 % de S
Super fosfato triple:	$3\text{HPO}_4\text{Ca}$	46% de $\text{P}_2\text{O}_5$ y 13% de Ca
Fosfato Diamónico: (18-46-00)	$\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$	18 % de N y 46 % de $\text{P}_2\text{O}_5$

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 0.2 a 0.3 %



C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE FÓSFORO



Foto 4. Reducción del crecimiento



Foto 5. Clorosis generalizada con puntuaciones verdosas



Foto 6. Muerte del peciolo y necrosamiento

## IV. POTASIO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Inicialmente las hojas bajas, se ponen duras y gruesas.
- Luego aparecen manchas de 2 o 3 mm a manera de quemazones paralelas a las nervaduras central y secundarias; estos puntos se unen a otros formando zonas mayores que invaden el tejido entre las nervaduras sin afectarlas, con lesiones a manera de costras que se van partiendo y provocando la ruptura de las hojas.
- Enrollamiento en hojas intermedias desde la punta hacia el envés, la superficie presenta irregularidades en forma de bolsas.
- Sobre los pecíolos de las hojas y la superficie de los tallos, aparecen lesiones a manera de costras similares a las descritas en las hojas bajas.
- Reducción de crecimiento radicular. Emisión desordenada de brotes radiculares.

### B. CORRECCION

El potasio es absorbido por las plantas en forma de iones potasio ( $K^+$ ) y tiende a permanecer en la forma iónica en las células y tejidos. Además el potasio en la planta es un elemento móvil.

Las principales fuentes de potasio constituyen:

Muriato de potasio o		
Cloruro de potasio:	KCl	60 % $K_2O$ y 47 % de Cl
Sulfato de potasio:	$K_2SO_4$	50 % $K_2O$ y 18 % de S
Nitrato de potasio:	$K(NO_3)$	24 % $K_2O$ y 13 % de N
Sulfato de potasio y magnesio:	$K_2SO_4 - 2 MgSO_4$	22 % $K_2O$ , 11 % Mg y 22% de S

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 4 a 5 %

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE POTASIO



Foto 7. Menor crecimiento



Foto 8. Lesiones iniciales paralelas a las nervaduras

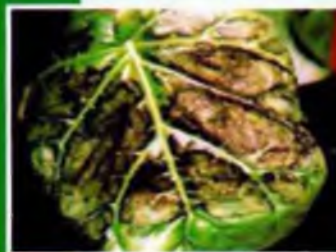


Foto 9. Necrosamientos interveinales a manera de quemaduras

## V. CALCIO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Reducción severa del desarrollo en raíces, tallos y hojas.
- Primeros síntomas en brotes y meristemas apicales incluyendo también a las hojas jóvenes: enrollamiento de los bordes laterales hacia el haz, tomando la forma de punta de flecha, manchas color amarillo-blanquecino hacia la base de la hoja.
- Muerte del meristema apical y la parte joven de la planta, clorosis de las hojas bajas.
- Hojas muy frágiles y quebradizas.
- En el envés de la hoja y sobre la nervadura central se observan lesiones a manera de cortes longitudinales.
- El sistema radicular deja de emitir nuevos brotes y muere.
- Muerte de la planta.

### B. CORRECCIÓN

La planta absorbe el calcio como ion  $\text{Ca}^{++}$  y una vez depositado en los tejidos de las plantas, no se mueve, por ello los tejidos jóvenes son los primeros en ser afectados en el caso de la deficiencia de este nutriente.

Las principales fuentes de calcio constituyen:

Cal (Carbonato de calcio):	$\text{CaCO}_3$	56 % de CaO.
Yeso:	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	32 % de CaO y 18 % de S
Cal dolomítica:	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	22 % de Ca
Super fosfato normal:	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	28 % de CaO, 22 % de $\text{P}_2\text{O}_5$ y 12 % de S.
Super fosfato triple:	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	19 % de CaO y 46 % de $\text{P}_2\text{O}_5$

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 1.2 a 2 %.

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE CALCIO



Foto 10. Disminución de crecimiento y muerte



Foto 11. Aparición de hoja punta de flecha y muerte descendente



Foto 12. Decoloraciones blanquecinas



## VI. MAGNESIO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Clorosis intervenal verde amarillento de hojas bajas, desde la base a manera de V invertida entre las nervaduras.
- Las nervaduras y bordes permanecen de color verde intenso.
- Enrollamiento severo de los bordes, desde el haz hacia el envés, en todas las hojas, sobre todo en las intermedias y superiores.
- La planta se torna clorótica en general, posteriormente los bordes de las hojas comienzan a necrosarse desde el ápice de la hoja y desde la base hacia el centro.
- Las hojas se tornan coriáceas y totalmente deformes y en el envés las nervaduras se muestran de color rojizo.
- El sistema radicular sigue desarrollándose y emitiendo nuevos brotes.

### B. CORRECCIÓN

La planta absorbe el magnesio en forma de ion Magnesio ( $Mg^{++}$ ); dentro de la planta posee gran movilidad.

Las principales fuentes de magnesio constituyen:

Oxido de magnesio:	MgO	20 % de MgO
Sulfato de magnesio:	Mg SO <sub>4</sub>	16% de MgO y 13 % de S
Calés magnésicas (dolomita):	MgCO <sub>3</sub> + CaCO <sub>3</sub>	14-20 % MgO
Sulfato de potasio y magnesio:	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - 2 MgSO <sub>4</sub>	11 % Mg, 22 % K <sub>2</sub> O y 22 % de S

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 0.32 a 0.42 %



C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE MAGNESIO



Foto 13. Deficiente crecimiento



Foto 14. Clorosis interveinal a modo de "V" invertida



Foto 15. Deformación foliar y necrosamiento de los ápices de las hojas.

## VII. AZUFRE

### A. SINTOMAS DE DEFICIENCIA

- Clorosis intervenal verde – amarillento en hojas bajas, en forma de manchas de color amarillo verdoso claro, desde las puntas y bordes hacia la base y el centro de las hojas.
- La clorosis se generaliza en toda la hoja, incluyendo las nervaduras pero se mantienen un grupo de puntuaciones (> 1 mm) de color verde claro.
- Clorosis generalizada verde amarillento hacia las hojas intermedias y superiores
- Lesiones necróticas sin forma definida con un halo amarillento que se unen a otras dando lugar a zonas necróticas de mayor tamaño, estas lesiones aparecen hacia el ápice de la hoja y hacia los bordes, avanzando paulatinamente hasta la base de la hoja.
- Sobre la superficie de las hojas intermedias se observa irregularidades a manera de estrías. Crecimiento radicular reducido a medida que progresa la deficiencia y la emisión de nuevos brotes es mínima.

### B. CORRECCIÓN

Las plantas toman el azufre en forma de ion sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). También puede ingresar por las hojas en forma de dióxido de azufre  $\text{SO}_2$ , presente en el aire. El azufre en la planta es inmóvil y su deficiencia aparece en los sitios de crecimiento nuevo.

Las principales fuentes de azufre constituyen:

Sulfato de amonio:	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	23% de S y 21% de N
Sulfato de potasio y magnesio:	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$	11% Mg, 22% $\text{K}_2\text{O}$ y 22% DE S
Sulfato de potasio:	$\text{K}_2(\text{SO}_4)$	18% de S y 50% de $\text{K}_2\text{O}$
Super fosfato normal:	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	12% de S, 22% de $\text{P}_2\text{O}_5$ y 28% de $\text{CaO}$
Azufre elemental	S	99% de azufre

(Es acidificante, recomendándose 3 kg de calcio para neutralizar la acidez originada por 1 kg de S.)

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 0.25 a 0.35 %

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE AZUFRE



Foto 16. Menor crecimiento



Foto 17. Clorosis generalizada con puntos verdes claros



Foto 18. Lesiones necróticas con halo amarillento

## VIII. HIERRO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Se presentan en los brotes y las hojas más jóvenes.
- Los brotes son de color púrpura intenso y las hojas jóvenes presentan una mezcla de colores, donde la base es púrpura y el ápice es verde oscuro intenso.
- Cuando la deficiencia se acentúa, las hojas jóvenes se agudizan y sus bordes son de color rojizo; mientras que, al interior el color púrpura se va tornando en dorado, con un brillo muy particular e intenso.
- Las hojas bajas se desprenden y la planta comienza a perder los tonos intensos que tenía anteriormente y se ve una clorosis generalizada.
- Desarrollo limitado del sistema radicular

### B. CORRECCIÓN

La planta absorbe el hierro como ion ferroso ( $Fe^{++}$ ) en cantidades pequeñas debido a la baja solubilidad de la mayoría de sus compuestos en estado trivalente. Este microelemento posee relativa inmovilidad en la planta.

Las principales fuentes de hierro constituyen:

Sulfato ferroso:	$FeSO_4 \cdot 7 H_2O$	20 % de Fe
Quelatos de hierro:	FeEDTA	9 - 12 % de Fe
	FeEDDHA	6 % de Fe
	FeDPTA	10 % de Fe

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 100 a 150 ppm.

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE HIERRO



Foto 19. Diminución severa en crecimiento



Foto 20. Coloración rojiza en brotes y hojas jóvenes



Foto 21. Coloración dorado brillante en hojas jóvenes



## IX. ZINC

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Afecta al desarrollo normal de la planta, detiene el crecimiento en altura, la distancia internodal se acorta, mientras que en la base del tallo se observa un incremento en el diámetro.
- Aparecen primero en las hojas más jóvenes pero posteriormente se generaliza. Las hojas jóvenes y los brotes son de color verde oscuro intenso, con los bordes doblados hacia el envés, adoptando una forma que se asemeja a una "hoz o caparazón".
- En las hojas bajas se observa una clorosis intervenal con decoloraciones o manchas amarillo-verdosas, a manera de franjas que recorren sobre la superficie de las hojas entre las nervaduras.
- Deformación de las hojas jóvenes y las nervaduras se hacen muy gruesas y sobresalientes.
- Clorosis intervenal en las hojas bajas e intermedias, con lesiones necróticas hacia el ápice y los bordes, generalizándose hacia toda la hoja. Estas lesiones necróticas se asemejan a las lesiones presentadas en la deficiencia de azufre, pero éstas son más concéntricas.
- Los nuevos brotes emitidos, especialmente en las raíces secundarias, comienzan a incrementar su diámetro y su apariencia asemeja a los dientes de un peine.

### B. CORRECCIÓN

Las plantas absorben el zinc como ion  $Zn^{+2}$  y es inmóvil dentro de la planta. En suelos muy ácidos el Zn puede llegar a alcanzar niveles tóxicos, aunque suceda raras veces; también puede sufrir una lixiviación profunda, dejando empobrecido el suelo.

Las principales fuentes de zinc constituyen:

Sulfato de zinc heptahidratado:	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	23 % de Zn
Sulfato de zinc monohidratado:	$ZnSO_4 \cdot H_2O$	35 % de Zn
Quelato de zinc:	$Na_2Zn EDTA$	9-14% de Zn

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 25 a 32 ppm.



C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE ZINC



Foto 22. Menor crecimiento



Foto 23. Deformación en forma de "hoz o caparazón"



Foto 24. Lesiones necróticas en hojas bajas e intermedias

## X. COBRE

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Flacidez generalizada, decaimiento en todas las hojas de la planta y son muy suaves al apretarlas.
- Clorosis en hojas bajas en los contornos y va expandiéndose hacia el centro, dejando apenas pequeñas manchas de color verde claro.
- Posteriormente y sobre las hojas intermedias se ve una coloración café verdosa y las hojas totalmente decaídas comienzan a doblar los bordes de la base de la hoja hacia el haz.
- Las hojas jóvenes y brotes mantienen una coloración verde intensa
- Emisión desordenada de nuevos brotes desde el cuello de la raíz.

### B. CORRECCIÓN

La planta absorbe en forma de iones cuprosos ( $\text{Cu}^+$ ) y cúpricos ( $\text{Cu}^{++}$ ). El cobre puede ser tóxico aún en bajos niveles, por lo que no se recomienda aplicarlo, salvo que sea estrictamente necesario. Este nutriente es relativamente inmóvil en la planta y en caso de deficiencia los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes.

Las principales fuentes de cobre son:

Sulfato de cobre:	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25 % de Cu
Quelato de cobre:	$\text{Na}_2\text{Cu EDTA}$	13 % de Cu

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 20 a 25 ppm.

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE COBRE



Foto 25. Desarrollo disminuido



Foto 26. Clorosis amarillenta desde el borde de las hojas hacia el centro



Foto 27. Flacidez en hojas y apariencia de quemazón

## XI. BORO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Aparecen en la parte terminal de las plantas. Cambio de color de los brotes nuevos del rojizo púrpura al café negruzco. Las hojas jóvenes enrollan los bordes de la base de la hoja hacia el haz y se presentan pequeñas manchas oscuras.
- Muerte del meristema apical, que se necrosa y se desprende de la planta.
- Simultánea a la muerte del meristema apical, las hojas tanto bajas como intermedias se tornan anormalmente gruesas y coriáceas, redondeadas y más brillantes.
- Súperbrotación de yemas axilares en la base del tallo, las cuales mueren al poco tiempo.
- Las hojas intermedias presentan una clorosis intervenal progresiva desde el ápice hacia la base de las hojas.
- Interfiere drásticamente con el desarrollo normal de las raíces.

### B. CORRECCIÓN

El boro es el único microelemento no metálico, absorbido por la planta en forma de ion borato ( $\text{BO}_3$ )<sup>-</sup>, una vez que este elemento es asimilado dentro de la planta no tiene movilidad, razón por la cual debe ser suministrado continuamente en las zonas de crecimiento.

Las principales fuentes de boro constituyen:

Borax:	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	11 % de B
Acido bórico:	$\text{H}_3\text{BO}_3$	17 % de B

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 20 a 30 ppm.

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE BORO



Foto 28. Notable disminución del crecimiento



Foto 29. Muerte del meristema apical



Foto 30. Superbrotaciones hacia la base del tallo

## XII. MANGANESO

### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Ligera deformación sobre la superficie de las hojas bajas en forma de ondas.
- Clorosis amarillenta distribuida en manchas o parches sobre las hojas bajas. El resto de las hojas permanecen de color verde intenso.
- El sistema radicular aparentemente no presenta alteraciones visibles.

### B. CORRECCIÓN

Las plantas absorben el manganeso como ion manganoso ( $Mn^{++}$ ). No se transloca en el interior de los tejidos de la planta.

Las principales fuentes de Manganeso constituyen:

Sulfato manganoso hidratado:	$MnSO_4 \cdot (n H_2O)$	24 - 28 % de Mn
Quelato de manganeso:	Mn EDTA	10 - 12% de Mn

El rango adecuado de este nutriente en el análisis foliar es de 100 a 150 ppm.





Foto 31. Ligosa deformación de hojas. Hojas en forma de ondas.

FOTOGRAFÍA DEFICIENCIA DE MANGANESO



GUIA DE BOLSAJO PARA LA DETERMINACION DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN TOMATE DE ARBOL

### XIII. MOLIBDENO

#### A. SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

- Agobio de las hojas bajas e intermedias durante las horas de mayor temperatura, luego de lo cual las plantas vuelven a restablecerse.
- Ligeras ondulaciones sobre la superficie de las hojas jóvenes.
- Clorosis de las hojas bajas a manera de manchas que se ubican hacia el centro de la hoja, y luego se expanden hacia los bordes, involucrando también a las nervaduras.
- Las hojas cloróticas presentan necrosamientos que comienzan desde el ápice de la hoja.
- Disminución generalizada en el desarrollo de las raíces; las raíces secundarias son gruesas, mal formadas y con crecimiento desordenado.

#### B. CORRECCIÓN

Las plantas absorbe el molibdeno como ion molibdato ( $\text{MoO}_4^{++}$ ). A diferencia de los otros microelementos resulta fácilmente asimilable en los terrenos alcalinos.

Las principales fuentes de molibdeno constituyen:

Molibdato de sodio:	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	39 % de Mo
Molibdato de amonio:	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	54 % de Mo
Quelato de molibdeno:	Mo EDTA	10 % de Mo



Foto 33. Agobio de las hojas

C. FOTOGRAFÍAS DEFICIENCIA DE MOLIBDENO



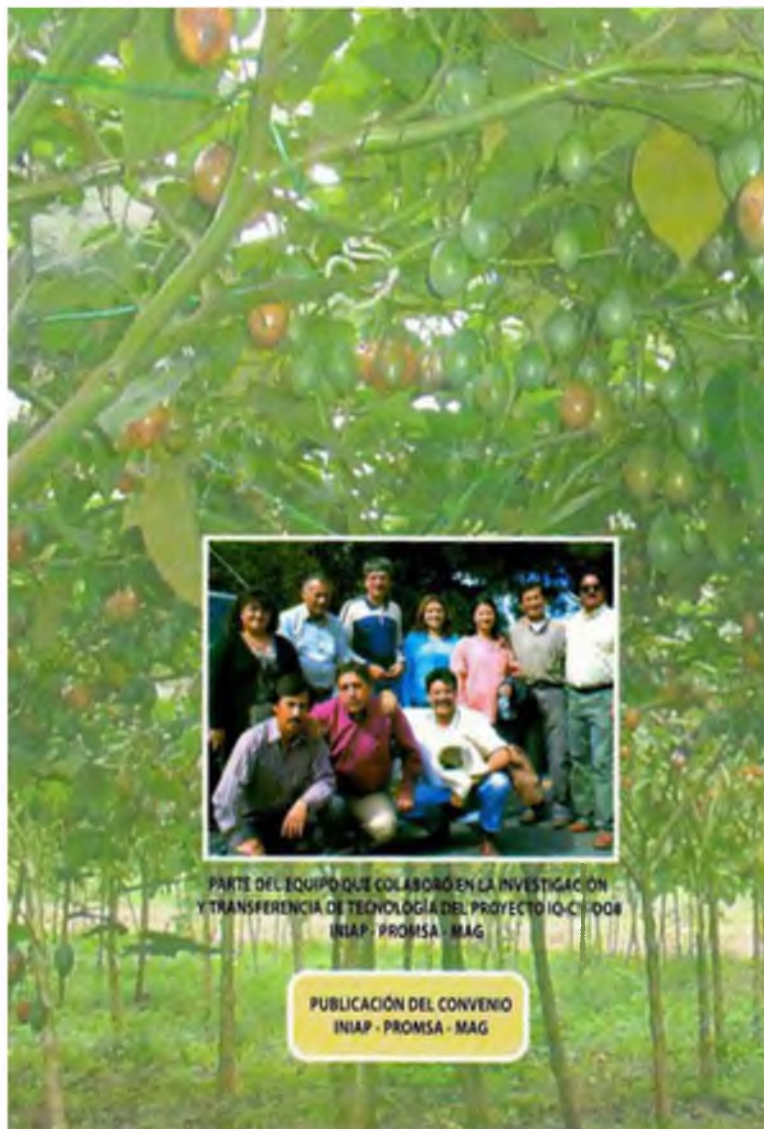
Foto 23. Menor crecimiento, floración generalizada

#### XIV. BIBLIOGRAFÍA

1. CASA, M. 2 002. Estudio de la condición nutrimental y radicular del babaco (*Carica pentagona* H.) bajo invernadero en Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Quito (Ecuador). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 122 p.
2. CORPOICA; SENA; et al. 1 997. Deficiencias nutricionales y recomendaciones de fertilización en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simonds*) de la Orinoquia Colombiana.
3. COSMOAGRO, Palmira (Col.). 1 999. Función, sintomatología y niveles correctivos de nutrientes en diversos cultivos. Palmira. 1 p.
4. GARCÍA, A. 1 993. Sintomatología de las deficiencias nutricionales en Cacao. ICA. 223:19.
5. IDEA BOOKS S.A., Barcelona (España). 1 997. Biblioteca de la agricultura. Barcelona. p. 83 - 95
6. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO. 1 999. Potasa, su necesidad y uso en la agricultura moderna. Saskatchewan. p. 8 - 23.
7. LALATTA, F. 1 998. Fertilización de árboles frutales. Barcelona, CEAC. p. 9 -27, 35 - 37, 46 - 50.
8. LOPEZ, A; VARGAS, A; et al. 2 001. Guía de campo. Síntomas de deficiencias nutricionales y otros desórdenes fisiológicos en el cultivo del banano (*Musa AAA*). CORBANA - INPOFOS.
9. MEJÍA, A. 2 003. Determinación preliminar de las deficiencias nutrimentales en el cultivo de babaco (*Carica x hellbornii* nm pentagona) mediante el método del elemento faltante en medio semi - hidropónico. Tesis Ing. Agr. Quito (Ecuador). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.



10. NUTRI-FATOS, informação agronômica sobre nutrientes para as culturas. 1 996. Informações Agronômicas (Bra.). No. 73. Arquivo do Agrônomo No. 10: 1 – 24.
11. PÉREZ, D., (Rep. Dom.). 1 996. Principales causas de las deficiencias nutricionales de los cultivos. FERSAN INFORMA. 67: 73 – 75.
12. RICHARDSON, A; DAWSON, T. 1 994. Tamarillo Nutrición Estudio de la fertilización en el cultivo del tomate de árbol en Nueva Zelanda. Kerikeri Research Centre. [www.sica.gov](http://www.sica.gov).
13. SORIA, N; VITERI P. 1 999. Guía para el cultivo de babaco en el Ecuador. Quito, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 30 p.
14. VALAGRO, 1 999, Los microelementos en la nutrición vegetal, aspectos generales; absorción y sintomatología de carencia. *Piazzano Di Atessa*. 1: 4, 9 – 15; 2: 2 – 24.



PARTE DEL EQUIPO QUE COLABORÓ EN LA INVESTIGACIÓN  
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL PROYECTO IQ-CI-008  
INIAP - PROMSA - MAG

PUBLICACIÓN DEL CONVENIO  
INIAP - PROMSA - MAG