

24. SCHLEHUBER, A. M. y TUCKER, B. B. Factors Affecting the protein Content of Wheat. *Cereal Science Today* 4: 240-242. 1959.
25. THE ROCKEFELLER FOUNDATION, USA. Program in the Agricultural Sciences. Annual Report 1964-1965. 262 p.
26. WILSON, J. A. y ROSS, W. M. Male-Sterile Interaction of the *Triticum aestivum* Nucleus and *Triticum timopheevi* Cytoplasm. *Wheat Information Service*. 14: 29-30. 1962.
27. WORZELLA, W. W. The Inheritance of Quality in Trumbull and Michikof Varieties of Winter Wheat. *Journal of Agricultural Research* 49: 705-714. 1934.
28. WULF, H. y GRANGER, D. Calidad de las Primeras Generaciones de Algunos Cruzamientos en Trigo. *Agricultura Técnica (Chile)*. 25 (1): 18-23. 1965.
29. ZELENY, L. A., *et al.* Sedimentation Value as an Index of Doughmixing Characteristics in Early Generation Wheat Selections. *Cereal Chemistry* 37: 673-678. 1960.

## Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papayo (*Carica candamarcensis* Hook. f.)<sup>1</sup>

Mélica Muñoz S.<sup>2</sup>, Federico Kocher G.<sup>3</sup> y Aurelio Villalobos P.<sup>4</sup>

### INTRODUCCION

El papayo cultivado en Chile corresponde a *Carica candamarcensis* Hook. f. Este frutal, que se cultiva preferentemente en la provincia de Coquimbo (1), se encuentra afectado por un complejo de factores que están influyendo en su desarrollo y producción, entre los que se pueden señalar daños causados por el medio ambiente, plagas, enfermedades y desequilibrios nutricionales.

El objetivo de esta investigación fue estudiar las manifestaciones externas de deficiencias nutricionales específicas, provocadas artificialmente mediante cultivo en arena con soluciones nutritivas, lo que permitirá establecer con mayor precisión el tipo de problema nutricional que afecta a este frutal. Observaciones cuidadosas de estas plantas en la zona de La Serena, dejan ver claramente manifestaciones externas de carencia o exceso de elementos nutritivos.

### REVISION DE LITERATURA

La acción de los elementos minerales esenciales se ha podido determinar, en general, por estudios de los efectos visuales o anatómicos resultantes de sus deficiencias o por las variaciones en la composición química de las plantas por efecto de niveles controlados de estos elementos.

Sin embargo, los síntomas característicos o los cambios químicos asociados a estas deficiencias o excesos de minerales, pueden diferir de una observación a otra (2).

Según Wallace (6) los síntomas visuales de deficiencias nutricionales pueden presentarse en todos los órganos de la planta: hojas, tallos,

flores, frutos, semillas y raíces, y todos se pueden emplear en el método visual de diagnosis.

Según Kramer *et al* (5), las plantas presentan a veces ciertos síntomas que, dada la ausencia de un patógeno, parecen causadas por alguna deficiencia nutricional. Si esos síntomas pueden relacionarse directamente con la falta de elementos nutritivos, mediante experimentos de nutrición, la corrección de estas deficiencias en el campo se facilitará enormemente.

De acuerdo con Kender y Anastasia (4) la definición de síntomas causados por deficiencias nutricionales específicas es de gran valor para comenzar a dilucidar este tipo de problemas.

La literatura no proporciona datos de investigaciones de este tipo, efectuadas en la especie que nos preocupa.

### MATERIAL Y METODO

La investigación se realizó bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental La Platina.

Se usaron plantas provenientes de semillas sembradas en bandejas de germinación.

Con la aparición de la segunda hoja verdadera se repicaron, previo lavado de raíces, en grupos de 7 a 8 plantitas, a maceteros de plástico con arena cuarzosa.

Cuando las plantas tenían 5 a 6 hojas, se trasplantaron individualmente a maceteros de plástico, de 20 cm. de diámetro y 18 cm. de altura, con arena cuarzosa (malla 2 mm.) lavada con ácido clorhídrico.

El invernadero se mantuvo a una temperatura de  $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y las plantas crecieron en condiciones de noche corta (16 horas de luz),

<sup>1</sup>Parte de la Tesis presentada por Mélica Muñoz S., como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Chile. Los autores agradecen la colaboración de los profesionales del Programa Suelos del Instituto.

Recepción manuscrito: 18 de julio de 1966.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo, Museo de Historia Natural, Santiago.

<sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo Ph. D., Proyecto Fisiología Vegetal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor de la Cátedra de Fruticultura General, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile.

<sup>4</sup>Ingeniero Agrónomo, Proyecto Fisiología Vegetal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

suplementando la luz natural por medio de lámparas de luz incandescente de 75 W., colocadas cada 65 cm. y 40 cm. de altura desde las plantas.

Se estudiaron deficiencias de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro y manganeso. El testigo se regó con solución nutritiva completa Hoagland N<sup>o</sup> 2 (3).

Los tratamientos se hicieron con 4 repeticiones.

Desde el trasplante en arena cuarzosa hasta la aparición de la decimasegunda hoja, las plantas se regaron con solución Hoagland N<sup>o</sup> 2, aplicando 500 ml., por macetero.

Cuando las plantas tenían de 12 a 13 hojas se dio comienzo a los tratamientos, regando con la solución nutritiva carente en el elemen-

to deseado; el testigo se continuó regando con la solución Hoagland N<sup>o</sup> 2.

El riego con las soluciones nutritivas se efectuó una vez al día, durante 5 días seguidos, cuidando de no mojar las hojas, y con agua destilada durante 2 días.

El nitrógeno se niveló a 217 ppm. en todas las soluciones que lo contenían, por medio de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

### DEFICIENCIA DE NITRÓGENO

A los 10 días de iniciado el tratamiento, las plantas deficientes en nitrógeno comenzaron a mostrar los primeros síntomas, perdiendo las hojas nuevas su color verde claro característico y tomando el color verde de hoja madura.

Figura 1 — Hojas con necrosis marginales café claro, debido a deficiencias de K. (Foto: F. Kocher).

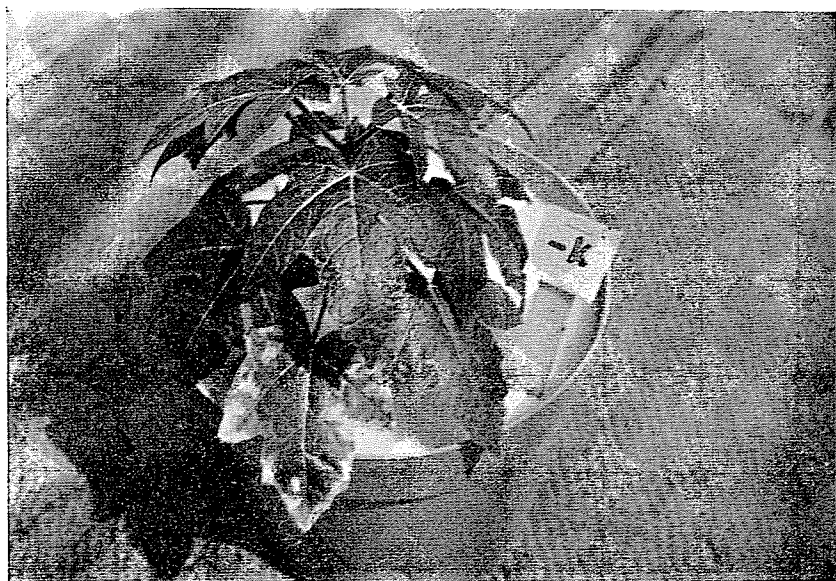


Figura 2 — Hojas mostrando albinismo a lo largo de nervios, venas y venillas. En segundo plano, derecha, clorosis intervenal en hojas superiores, debido a deficiencias de K. (Foto: F. Kocher).





Figura 3 — Planta deficiente en P mostrando el color oscuro de las hojas y clorosis en las hojas inferiores (Foto: F. Kocher).

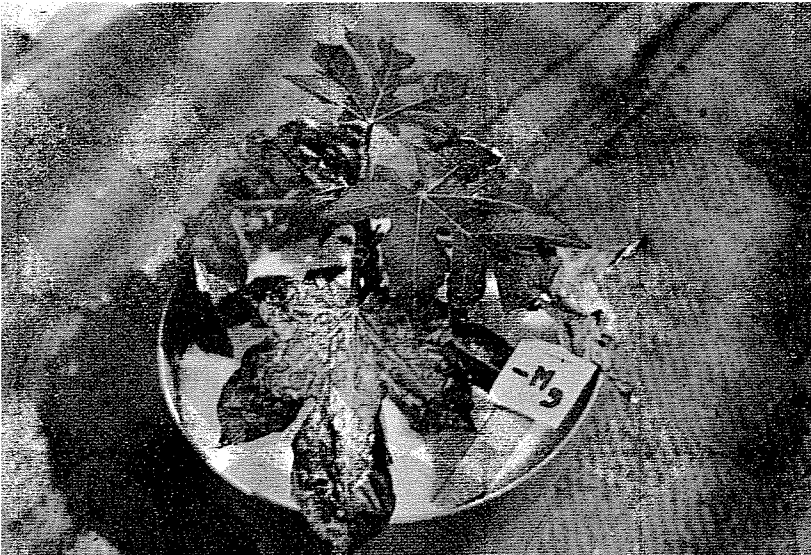


Figura 4 — Plantas deficientes en Mg mostrando manchas color café verdoso, semejando tejido deshidratado. En el segundo plano, enroscamiento de lóbulos (Foto: F. Kocher).



Figura 5 — Planta deficiente en Ca mostrando muerte del ápice y exudaciones de látex cristalizado (Foto: F. Kocher).



Figura 6 — Cristales de líquido exudado, debido a deficiencia de B. (Foto: F. Kocher).



Figura 7 — Planta mostrando manchas cloróticas en toda la lámina, característica de la deficiencia de B. (Foto: F. Kocher).

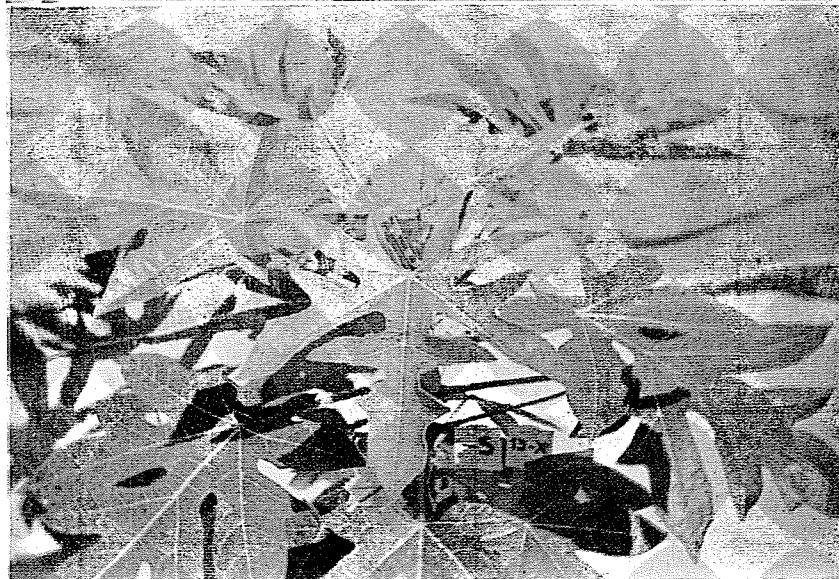


Figura 8 — Planta mostrando el color verde claro de las hojas superiores y láminas dobladas por su nervio principal, debido a deficiencia de S. (Foto: F. Kocher).

Simultáneamente se desarrolló una clorosis desde las hojas inferiores hacia las superiores. Este color verde pálido, que después se transformó en amarillo, abarcó toda la lámina con excepción de los márgenes en los que evolucionó más lentamente. En estados avanzados de deficiencia, tanto la lámina como el pecíolo adquirieron un color amarillo oro y se produjo una abscisión prematura de estas hojas. El crecimiento se vio muy reducido, tanto en altura como en tamaño de hoja y diámetro basal (Figura 9).

#### DEFICIENCIA DE POTASIO.

Los primeros síntomas de esta deficiencia empezaron a manifestarse a los 15 días de iniciado el tratamiento, comenzando con una clorosis en los márgenes de las hojas del tercio medio; luego, sobre esta zona clorótica, aparecieron manchas café claro redondeadas, desde el ápice hacia la base de la hoja, que al irse uniendo formaron quemaduras marginales (Figura 1). Este síntoma progresó hacia las hojas superiores. La quemadura siguió progresando hacia el nervio medial, tomando la hoja entera una coloración café y enroscándose los lóbulos hacia arriba; el pecíolo tomó un color verde amarillento y después se produjo la abscisión de estas hojas.

Un segundo síntoma, que se presentó en las hojas nuevas, fue una clorosis que mantuvo una zona verde a lo largo de los nervios principales. Posteriormente éste se transformó en una clorosis intervenal que abarcó hasta la sexta hoja a partir del ápice terminal (Figura 2).

Un tercer síntoma se presentó en las hojas siguientes a las con clorosis intervenal, y consistió en pequeñas manchas blancas alargadas (albinismo) de 0,5 a 1 mm. de ancho a lo largo de nervios, venas y venillas. Posteriormente, aparecieron las quemaduras marginales ya descritas (Figura 2).

#### DEFICIENCIA DE FÓSFORO.

Los primeros síntomas de la deficiencia de fósforo comenzaron a los 18 días de iniciado el tratamiento con un color verde oscuro de las hojas nuevas, que luego progresó hacia las inferiores. Junto a este color oscuro, las hojas adquirieron una consistencia más gruesa y dura (Figura 3).

Un segundo síntoma comenzó desde las hojas inferiores manifestándose con una clorosis generalizada, semejante a la deficiencia de nitrógeno, que abarcó toda la lámina; el pecíolo tomó un color rosado debido a pequeños puntos rojizos y posteriormente se produjo la abscisión de estas hojas.

#### DEFICIENCIA DE MAGNESIO.

Junto con la deficiencia de fósforo, o sea, a los 18 días de iniciado el tratamiento, comenzó el primer síntoma de deficiencia de magnesio con una leve clorosis intervenal en las hojas del tercio medio. Luego en toda la lámina se formaron manchas cloróticas que posteriormente se transformaron en manchas necróticas redondeadas (Figura 10).

Otro síntoma que se presentó siempre en las hojas medias con clorosis intervenal fue la aparición de manchas color café verdoso oscuro, semejando tejido deshidratado, que generalmente avanzaron desde la punta de los lóbulos hacia la base de la hoja (Figura 4).

A medida que la deficiencia progresó, los lóbulos se enroscaron hacia arriba, pero la hoja entera se dobló hacia atrás por el nervio medial tomando aspecto de cuchara. El pecíolo tomó un color verde claro adelgazándose en la zona de inserción en la lámina y posteriormente se produjo la abscisión de la hoja.

En las hojas del tercio superior, el primer síntoma fue la clorosis intervenal, permaneciendo una línea verde a lo largo de los nervios principales; a continuación se produjo la deshidratación intervenal que después se transformó en manchas blancas, para luego producirse necrosis y abscisión.

#### DEFICIENCIA DE CALCIO.

A los 28 días de iniciado el tratamiento comenzó el primer síntoma de deficiencia de calcio con una necrosis en el ápice de la hoja aún sin expandir. Las hojas siguientes a ésta presentaron su tejido intervenal de apariencia deshidratada y con un brillo aceitoso desde la base hacia la punta de la hoja (Figura 11). En el envés de estas hojas se presentaron puntos transparentes por donde exudó un líquido blanco que posteriormente cristalizó de color rojo. Luego estas hojas presentaron manchas necróticas café oscuro en los bordes y enroscamiento de los lóbulos hacia arriba. Estas láminas y sus pecíolos se secaron, pero no se produjo abscisión.

Las hojas siguientes se pusieron cloróticas y en algunas de ellas los nervios adquirieron un color rosado. En estas hojas cloróticas se presentaron puntos café rojizos que por el envés correspondían a los puntos de exudación. En algunas hojas estos puntos se unieron formando manchas necróticas marginales. Los lóbulos de estas hojas cloróticas se enroscaron hacia arriba, produciéndose luego una rápida abscisión (Figura 5).

Esta deficiencia, aunque demoró en presentarse, fue la más violenta.

Figura 9 — Plantas deficientes en N mostrando reducción en el crecimiento, tanto en altura como en tamaño de hoja, en comparación al testigo (Regla de medida: 20 cm.) (Foto: E. Russi).

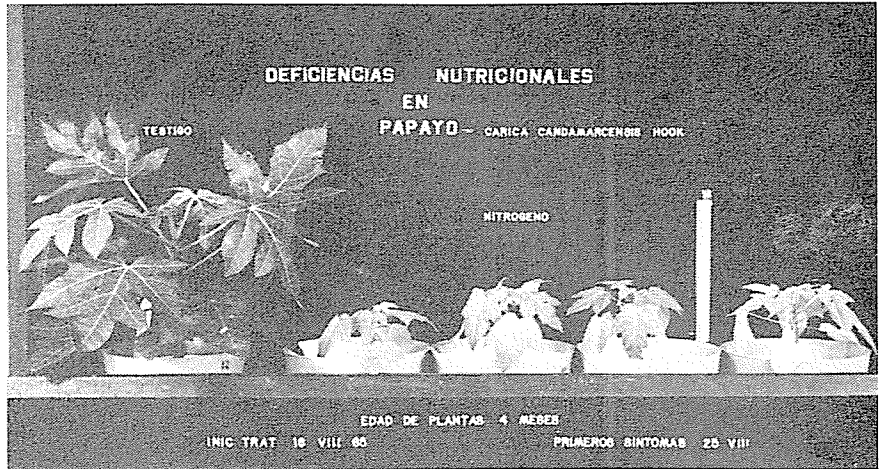


Figura 10 — Hojas mostrando clorosis y necrosis intervenales, debido a deficiencia de Mg. (Foto: E. Russi).

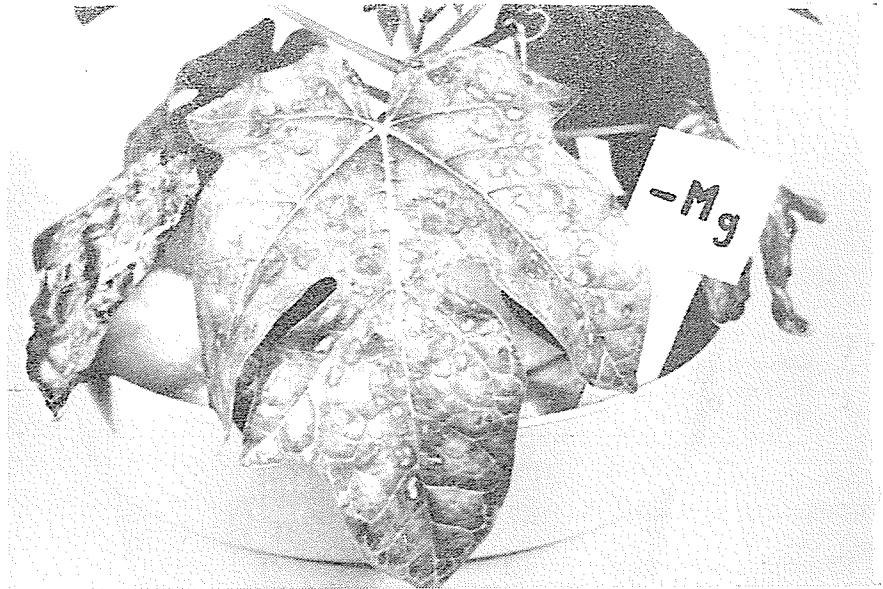


Figura 11 — Planta deficiente en Ca mostrando necrosis de las hojas sin expandirse y necrosis y enroscamiento de los lóbulos de las hojas siguientes (Foto: E. Russi).





Figura 12 — Puntos de exudación de líquido blanco en tallos y pecíolos de una planta deficiente en B. (Foto: F. Kocher).

#### DEFICIENCIA DE BORO.

El primer síntoma de deficiencia de boro comenzó a los 38 días de iniciado el tratamiento, con un color verde oscuro desde las hojas más jóvenes hacia abajo, semejante a la deficiencia de fósforo.

Un síntoma que se presentó junto a éste, fue la exudación de líquido blanco que luego cristalizó de color rojo, igual a la deficiencia de calcio, (Figura 12) desde la mitad del tallo hacia arriba y de ahí abarcando pecíolos y nervios en la base de la lámina, ya sea por la parte superior o en el envés de ella (Figura 6).

Un segundo síntoma fue la aparición de manchas verde claro entre los nervios principales de las hojas del tercio inferior y medio. Estas manchas progresaron hacia arriba y abajo en el tallo y evolucionaron a color amarillo (Figuras 7 y 13).

Un síntoma general fue la consistencia dura y rígida de las hojas, empezando en las superiores y progresando a las inferiores; esta consistencia asociada al color oscuro de las hojas hizo que se destacara la nerviación.



Figura 13 — Aspecto característico de una planta deficiente en B. (Foto: V. Sandoval).

## DEFICIENCIA DE AZUFRE.

Los primeros síntomas de esta deficiencia comenzaron a los 50 días de iniciado el tratamiento, con un color verde claro de las hojas superiores que evolucionó a verde amarillento quedando una zona verde claro a lo largo de los nervios principales (Figura 8). Esta deficiencia no progresó hacia las hojas inferiores sino que afectó siempre a las hojas nuevas.

## DEFICIENCIA DE MANGANESO.

Esta deficiencia fue la última en producirse, apareciendo el primer síntoma a los 65 días de iniciado el tratamiento. Este síntoma consistió en una leve clorosis intervenal en las hojas del tercio superior, dando la apariencia de manchas verde oscuro y verde claro en la lámina.

Los síntomas de deficiencia de N, Mg, K, y Ca aparecieron rápidamente, afectando en forma notable al crecimiento.

Los síntomas de deficiencia de S, B, y Mn tardaron en aparecer, lo que podría atribuirse

a que el riego durante dos meses y medio, antes de iniciar los tratamientos con solución nutritiva completa, habría aportado una cantidad suficiente de los elementos mencionados, tanto en la planta como en el medio, como para retrasar la aparición de síntomas.

Se estima que en este segundo caso, podría provocarse la aparición de síntomas en un tiempo más corto, utilizando plantas de un tamaño menor y transplantándolas nuevamente, antes de comenzar los tratamientos, a un medio no contaminado.

Los síntomas que se presentaron en *Carica candamarcensis* tienen semejanzas y diferencias con los descritos para otras especies. Por no existir trabajos equivalentes en esta especie, no se pudo establecer una comparación con los resultados obtenidos en este trabajo.

Se puede concluir, luego de examinar los cuadros sintomatológicos logrados en este trabajo experimental, que los síntomas provocados por la deficiencia de boro concuerdan con los observados en los huertos de papayos de la provincia de Coquimbo.

## RESUMEN

Se estudiaron los síntomas de deficiencias de N, P, K, Ca, Mg, S, B y Mn en *Carica candamarcensis* Hook. f.

Las plantas se cultivaron en invernadero en arena cuarzosa, regándolas con soluciones nutritivas carentes del elemento en estudio. Se describen los síntomas encontrados para cada deficiencia estudiada.

Cada deficiencia produjo síntomas característicos, pero además, se comprobó que las deficiencias de K, Mg, Ca y B produjeron lesiones necróticas en las hojas, mientras que las deficiencias de N, P, S, y Mn no produjeron este tipo de lesión.

## SUMMARY

N, P, K, Ca, Mg, S, B and Mn deficiency symptoms were studied in *Carica candamarcensis* Hook. f.

Plant were grown in the greenhouse in sand culture and watered with nutrient solutions lacking in the element under study. Symptoms are described for each nutrient deficiency.

Each nutrient deficiency produced characteristic symptoms, but, in addition, deficiencies of K, Mg, Ca and B all produced necrotic leaf lesions, while deficiencies of N, P, S, and Mg did not.

## LITERATURA CITADA

1. CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN. CHILE. Producción, Comercialización y Consumo de la Fruta en Chile. Santiago de Chile. CORFO. vol. 3. 1963. 223 p.
2. HEWITT, E. S. Plant Physiology. Ed. F. C. Steward. Academic Press, New York and London. Vol. 3. Chap. 2. 1963. pp. 137-360.
3. HOAGLAND, D. R. y ARNON, D. I. The Water-Culture Method for Growing Plants Without Soil. California Agricultural Experiment Station. Circular 347. 1950.
4. KENDER, W. J. y ANASTASIA, F. Nutrient Deficiency Symptoms of the Lowbush Blueberry. Proceeding of the American Society of Horticultural Science, 85: 275-280. 1964.
5. KRAMER, A. y SCHRADER, A. L. Effect of Nutrients, Media and Growth Substances on the Growth of the Cabot Variety of *Vaccinium corymbosum*. Journal of Agricultural Research. 65: 313-328. 1942.
6. WALLACE, T. The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptoms. A Colour Atlas and Guide. Her Majesty's Stationery Office, London. Second edition. 1951. 107 p.