

S U M M A R Y

METHOD OF APPLICATION OF SODIUM NITRATE IN FURROW IRRIGATED CORN

Application of chilean nitrate (NaNO_3) on the top of beds was compared with that on the bottom of furrows, in furrow irrigated corn. The study was conducted through a field experiment on a Santiago silty clay loam soil in Santiago.

Results indicated that application on the top of the beds was ineffective, but application on the bottom of furrows was highly effective. Soil chemical analysis indicated that most of the sodium nitrate applied on the top of the beds did not move downward.

Results can be explained by the lack of rains during the growing season of corn in the Santiago area.

LITERATURA CITADA

ARAOS F., JOSÉ F., e INFANTE M., JOSÉ. 1973. Métodos de análisis de suelos para evaluar las necesidades de fertilización. Instituto de Investigaciones

Agropecuarias, Estación Experimental La Platina. 11 p. (mimeografiado).

Sintomatología de deficiencias nutricionales en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) cv. Bronceada¹⁻⁴

Víctor M. Navia G.² y Jorge Valenzuela B.³

INTRODUCCION

El chirimoyo es una especie frutal subtropical de interesantes perspectivas para localidades del país donde existen condiciones adecuadas —fundamentalmente climáticas— para su exitoso desarrollo y explotación; pese a que

las producciones anuales son bajas, producto de un manejo inadecuado y del desconocimiento de los requerimientos básicos de este frutal.

La sintomatología de deficiencias nutricionales, como técnica de diagnóstico del estado nutricional de las plantas, es considerada como un método práctico, rápido y de bajo costo que, junto al análisis de suelo y de tejidos constituyen una herramienta fundamental para diagnosticar el estado nutricional de las plantas (Rodríguez, 1974).

El método del cultivo hidropónico, para experiencias referentes a la determinación de la expresión visual de deficiencias nutricionales, data de muchos años atrás. No obstante,

¹Parte de la Tesis de Grado de Víctor M. Navia G. para optar al Título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Católica de Valparaíso.

Recepción originales: 27 de octubre de 1977.

²Ing. Agr., Subestación Experimental Cauquenes, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 165, Cauquenes, Maule, Chile.

³Ing. Agr., Ph. D., Programa Frutales y Viñas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

⁴Trabajo presentado a las xxvi Jornadas Agronómicas, Septiembre 1976, Santiago, Chile.

sigue vigente como método de investigación, especialmente de especies autóctonas o introducidas en las que existe una escasa o incipiente investigación (Muñoz, Kocher y Villalobos, 1966).

Los nutrientes minerales tienen funciones específicas sobre el metabolismo, crecimiento y desarrollo de las plantas, y cuando disminuye o se afecta la absorción y/o traslocación de un determinado nutriente, se perturba su rol metabólico y aparecen síntomas que permiten caracterizar las diferentes deficiencias nutricionales (Wallace, 1951).

La presente investigación se programó con los siguientes objetivos:

- a) Determinar e individualizar la expresión visual de deficiencia de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B y Fe, en diversos órganos de plantas jóvenes de chirimoyo, y
- b) Determinar las concentraciones y contenidos de los elementos minerales ensayados, asociados a síntomas deficitarios y menor crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental La Pama, de la Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Se emplearon plántulas provenientes de semillas extraídas de frutos maduros del cv. Bronceada, sembrados el 10/XII/74 en bandejas de germinación con arena fina. El 20/1/75 se trasplantaron a bolsitas de polietileno conteniendo una mezcla de 2 partes de arena fina por 1 de limo de canales, previamente esterilizada con bromuro de metilo.

El 2/IX/75 las plántulas se sometieron a condiciones de cultivo hidropónico. Se emplearon frascos de vidrio de 2 lts, usando 3 plantas por frasco, distribuidos completamente al azar.

Se efectuaron observaciones diarias para determinar la sintomatología característica para cada elemento. Semanalmente se midió crecimiento expresado en altura de tallo, diámetro de cuello y número de hojas.

Al momento en que las plantas mostraron los síntomas de deficiencia en un estado avanzado, se cosecharon y se midió peso fresco y seco, por órgano y por plántula; y se determinaron concentraciones y contenidos de algunos elementos ensayados. Nitrógeno se midió por el método Kjeldahl; fósforo por co-

lorimetría; potasio por fotometría de llama; calcio, magnesio, hierro, zinc y manganeso por espectrofotometría de absorción atómica; y boro por método potenciométrico.

Los parámetros de crecimiento se sometieron a análisis de varianza, analizándose los promedios mediante el test de rango múltiples de Duncan.

PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Deficiencia de Calcio

Los primeros síntomas aparecieron 30 días después de iniciados los tratamientos carenciales, con manifestación de una clorosis intervenal del follaje apical, la cual se incrementó hasta dejar sólo una restringida zona de color verde oscuro, de forma cónica y con base hacia el peciolo. El resto de la lámina se amarilló y se produjo una leve necrosis de la nervadura lateral. A los 70 días hubo muerte de raicillas y aparición de manchas necróticas café oscuro ubicadas hacia los márgenes de hojas de los tercios apicales. Finalmente, hubo muerte del ápice vegetativo, cesando el crecimiento en longitud, y las hojas se enrollaron sobre sus ejes, perdiendo su aspecto decumbente normal. Se detectó, además, una intensa abscisión foliar; un escaso crecimiento aéreo como radicular (Foto 1). El incremento en altura como en diámetro de tronco fue muy pobre (Cuadro 1), no así el peso fresco y seco. La concentración de Ca en raíz, tallo, hojas basales y apicales fue manifiestamente inferior a la de plantas testigos (Cuadro 2).

Deficiencia de Nitrógeno

A los 40 días se observó una disminución en el crecimiento aéreo de las plantas afectadas (Foto 2), menor tamaño de hojas y pérdida progresiva del color verde del follaje, a partir de la región basal. A medida que progresó la deficiencia, la clorosis marginal se proyectó a toda la lámina y se produjo abscisión del follaje afectado. No obstante, el crecimiento radicular fue bastante satisfactorio, con abundante proliferación de raicillas laterales, delgadas y blanquecinas.

Incremento en altura y diámetro de tronco fueron inferiores al testigo, pero peso fresco y seco fueron similares (Cuadro 1). La concentración de N en todos los tejidos analizados fue inferior al de plantas creciendo en solución nutritiva completa (Cuadro 2).

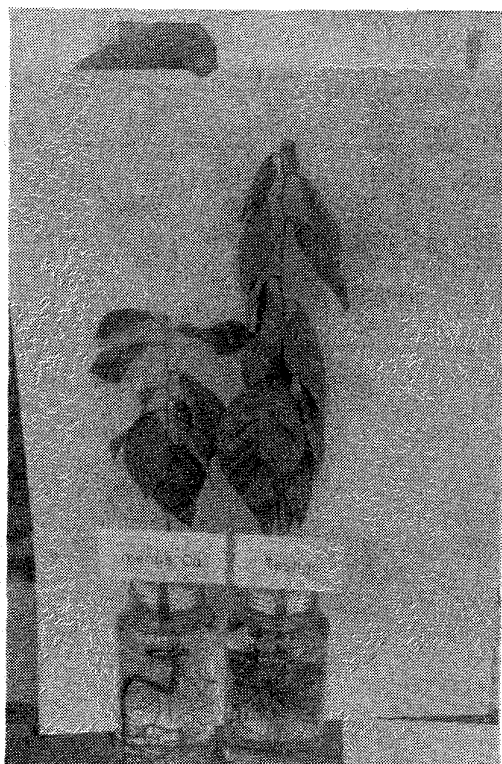


Figura 1 — Planta de chirimoyo cv. Bronceada, deficiente en calcio; derecha, testigo (Foto: Víctor M. Navia G.).

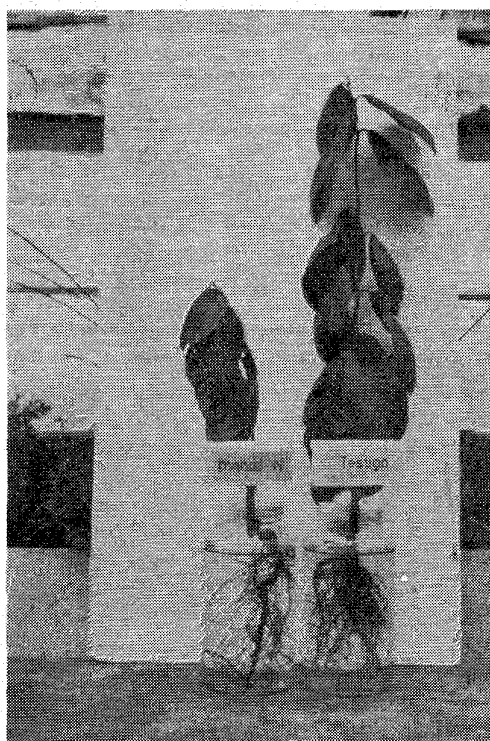


Figura 2 — Planta de chirimoyo cv. Bronceada deficiente en nitrógeno (izquierda); derecha, testigo (Foto: Víctor M. Navia G.).

Cuadro 1 — Efecto de tratamientos de soluciones nutritivas diferenciales sobre algunos parámetros de crecimiento de plantas de chirimoyos¹. La Palma, 1975.

Tratamientos	Incremento altura (cm)	Incremento diámetro (mm)	Incremento N ^o hojas	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)
Testigo	29,90 b ^a	2,60 a b c	1,66 b c	38,49 b	11,10 b
— N	10,80 c	1,66 d	0,66 b c	28,18 b	8,86 b
— P	18,63 b	1,20 e	1,66 b c	25,96 b	7,00 b
— K	28,06 b	2,36 a b c d	— 3,33 c	37,07 b	9,61 b
— Ca	10,83 c	1,03 e	— 2,00 c	20,91 b	6,06 b
— Mg	21,33 b	2,06 a b c d	6,66 ab c	35,29 b	9,04 b
— S	19,80 b	1,86 b c d	9,33 ab	37,58 b	9,64 b
— Zn	52,90 a	2,96 a	11,00 a	68,60 a	19,63 a
— B	23,70 b	1,80 b c d	4,00 ab c	32,17 b	8,52 b
— Fe	44,73 a	2,86 a b	6,00 ab c	68,26 a	19,29 a

¹Promedios de tres plantas por tratamiento.

²Promedios unidos por letras iguales no son significativamente diferentes. Duncan P > 0,05.

Deficiencia de Potasio

Esta deficiencia comenzó a manifestarse a nivel macroscópico 50 días después de suprimido el K de la solución nutritiva. Se observó un oscurecimiento generalizado del follaje,

mientras las hojas basales se tornaban cloróticas a partir de la región peciolar para irse proyectando luego hacia la parte media de la lámina. Más adelante, hubo presencia de quemaduras apicales de color café rojizas, con 1,0 a 1,5 cm de penetración hacia el interior de

Cuadro 2 — Concentraciones de diferentes elementos minerales en diversos órganos de plantas de chirimoyos sometidos a soluciones nutritivas carenciales¹. La Palma, 1975.

Organos	-N (%)	-P (%)	-K (%)	-Ca (%)	-Mg (%)	-Zn (ppm)	-B (ppm)	-Fe (ppm)
Raíz	0,68 (2,86) ²	0,12 (0,26)	1,10 (1,30)	0,13 (0,20)	0,05 (0,18)	33,5 (19,4)	2,0 —	90 (100)
Tallo	0,37 (2,06)	0,11 (0,22)	0,40 (1,20)	0,20 (0,30)	0,04 (0,10)	39,0 (30,1)	14,0 —	75 (125)
H. Basales	0,72 (1,90)	0,09 (0,17)	1,00 (2,00)	0,25 (0,80)	0,04 (0,25)	12,5 (23,0)	10,2 —	140 (215)
H. Apicales	0,90 (2,91)	0,10 (0,17)	1,00 (1,95)	0,15 (0,60)	0,05 (0,26)	20,5 (29,0)	6,0 —	40 (125)

¹Promedios de tres plantas por tratamiento.

²Concentraciones en plantas testigos.

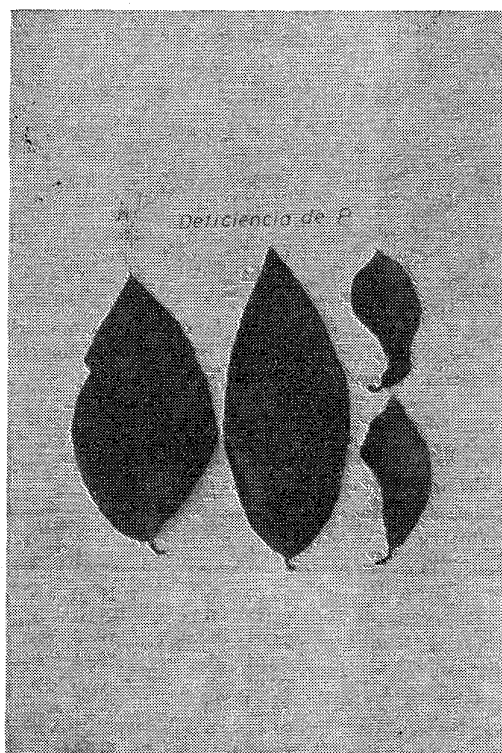


Figura 3 — Hojas de chirimoyo cv. Bronceada, deficientes en fósforo, mostrando alteraciones en la forma y tamaño (Foto: Jorge Valenzuela B.).

la hoja, a la vez que el resto se amarillaba y los nervios se oscurecían de color café. Las hojas eran pequeñas (Foto 4) y las raíces con escaso desarrollo lateral. Pese a lo anterior, los parámetros de crecimiento no mostraron diferencias con los de plantas testigos (Cuadro 1). La concentración de K en tallo, hojas basales y apicales fue inferior a plantas normales (Cuadro 2).

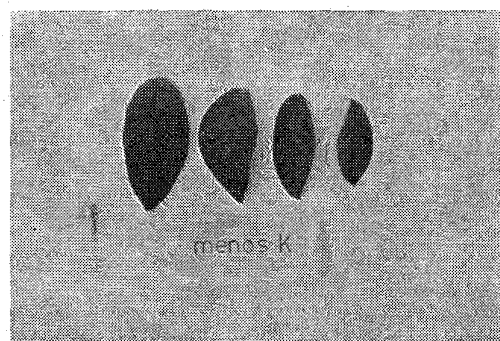


Figura 4 — Hojas de chirimoyo cv. Bronceada mostrando disminución en el tamaño de la hoja, debido a deficiencia de potasio (Foto: Jorge Valenzuela B.).

Deficiencia de Magnesio

A los 50 días se detectó una leve clorosis intervenal de las hojas del tercio apical, la que se hizo cada vez más severa hasta afectar la lámina entera con excepción de la venación primaria, que mantuvo su color verde normal. En las hojas del tercio medio, la clorosis progresó desde bordes y ápices, dejando al centro una zona verde oscura en forma de punta de flecha, que también desapareció conforme se incrementó la deficiencia, hasta quedar totalmente amarilla, tornándose gruesas y onduladas. Al igual que para el K, plantas deficientes en Mg tuvieron crecimiento similar al de plantas testigos (Cuadro 1); aunque disminuyendo drásticamente su concentración en todos los tejidos (Cuadro 2).

Deficiencia de Fósforo

La manifestación de síntomas se inició a los 60 días, con irregularidades en la coloración

de las hojas basales, algunas de las cuales se tornaron cloróticas, mientras otras tomaron una coloración verde más oscura de lo normal. Más adelante, en las hojas afectadas, aparecieron pequeñas manchas de color café, heterogéneas en forma y distribución, y hubo abscisión de las hojas amarillentas. Al final del ensayo, las hojas fueron verde oscuras, pequeñas y ligeramente onduladas (Foto 3). Tallos muy delgados y frágiles; raíces laterales alargadas y finas. El incremento en diámetro fue menor al de plantas testigos (Cuadro 1). La concentración de P en raíces, tallo y hojas basales fue drásticamente inferior al de plantas normales.

Deficiencia de Boro

A los 70 días se apreció un aumento de color verde del follaje, especialmente en la mitad basal de las plantas deficitarias y, luego, se observó una clorosis desuniforme en las hojas del tercio superior, las que se hicieron más ásperas y gruesas; curvándose lentamente hacia abajo. La clorosis se transformó en un moteado intervenal generalizado, y a los 140 días hubo muerte del ápice vegetativo, cesando así el crecimiento en longitud. A nivel radicular también hubo muerte de ápices y oscurecimiento de raíces, las que, finalmente, se tornaron mucilaginosas y anormales. Los pa-

rámetros de crecimiento no mostraron diferencias al de plantas testigos (Cuadro 1).

Deficiencia de Azufre

Los síntomas comenzaron a aparecer a los 75 días y consistieron en una clorosis generalizada de las hojas de los $\frac{2}{3}$ apicales de las plántulas carentes en este elemento, similar a la observada con deficiencia de nitrógeno, pero de menor intensidad. Reducción en el tamaño de las hojas, con forma más lanceolada de lo normal. Tallos delgados y frágiles. El crecimiento fue similar al de plantas testigos (Cuadro 1).

Deficiencia de Fierro

Sólo a los 130 días se observó la típica clorosis intervenal descrita para muchas especies deficientes en este elemento a nivel de hojas apicales. Estas, pese a ser normales en tamaño fueron más delgadas y frágiles en comparación a las del testigo. El crecimiento aéreo fue normal y el desarrollo radicular regular. El incremento en altura, peso fresco y seco fue mayor que el de plantas testigos, pero similar al de plantas creciendo en soluciones —Zn (Cuadro 1), cuyos síntomas no se presentaron por contaminación de la solución. La concentración de Fe en tejidos aéreos fue menor al de plantas testigos (Cuadro 2).

RESUMEN

En un ensayo realizado bajo condiciones de invernadero, se sometieron plántulas de chirimoyo cv. Bronceada a cultivo hidropónico con soluciones carenciales, para determinar la sintomatología de deficiencias de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B y Fe. El primer síntoma en manifestarse correspondió a deficiencia de calcio (30 días); prosiguieron los de N, K, Mg, P, B, S, y finalmente fierro (140 días). No se obtuvo síndrome de carencia de zinc posiblemente por contaminaciones.

Las plantas más afectadas en su crecimiento aéreo fueron las deficitarias en Ca, N y P; lo que no se reflejó en peso fresco y seco. Los síntomas más severos correspondieron a los tratamientos —Ca, —N, —P, —Mg y —B. Las concentraciones de los elementos minerales ensayados, se mostraron —en sus rangos óptimos y deficientes— algo inferiores a las reportadas para cítricos y levemente superiores a los de paltos.

SUMMARY

MINERAL DEFICIENCY SYMPTOMATOLOGY IN CHERIMOYA (*Annona cherimola* MILL.) cv. BRONCEADA

A greenhouse sand culture study was conducted with cherimoya seedlings to induce deficiency symptoms of essential elements. Calcium deficiency was the first symptom

which showed up on leaves and apical points of both shoots and roots. Symptoms appeared 30 days after the ion was withheld from the nutrient solution. Afterwards, lack of N, K, Mg, P, B, S and Fe were shown by the seedlings. Zinc symptoms did not appear probably because of contamination.

Foliar concentration of the elements for plants grown in optimal as well as differential nutrient solutions were lower than the standards for *Citrus* but slightly higher than those for avocado.

LITERATURA CITADA

CHILDERS, N. F. 1966. Fruit Nutrition. Temperate to Tropical. Rutgers-The State University, New Jersey, pp. 391-488, 813-858.

HEWITT, E. J. 1950. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Technical Communication Nº 22; 2ª ed. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. Inglaterra. 547 p.

HOAGLAND, D. R. y ARNON, D. Y. 1950. The water culture method for growing plants without soil. California Agr. Exp. Station. Circular 347. 32 p.

MUÑOZ, M., KOCHER, F. y VILLALOBOS, A. 1966. Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papayo (*Carica candamarcensis* Hook. f.). Agricultura Técnica (Chile). 26 (3): 106-113.

RODRÍGUEZ, J. 1974. Sintomatología visual, un intento de sistematización. Santiago, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Edafología. 52 p.

WALLACE, T. 1951. The diagnosis of mineral deficiencies in plants. By visual symptoms. A colour atlas and guide. Her Majesty's Stationery Office. Londres, 2ª ed. 107 p.