

DETERMINACION DE DEFICIENCIAS DE ELEMENTOS MAYORES EN PLANTULAS DE TOMATE DE ARBOL *Solanum betacea* Sinónimo, *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt

Gustavo A. Pillimue¹ - Nancy Barrera M.²
Stella H. de Cantillo²

COMPENDIO

Este trabajo se planteó y ejecutó para dar el cumplimiento a uno de los objetivos del proyecto de investigación "Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de ladera - MECAVILADERA". En el experimento se empleó un diseño experimental completamente al azar con 12 tratamientos y cinco repeticiones en cada muestreo. Las variables evaluadas fueron: Peso seco de raíz, peso seco de la parte aérea, área foliar, altura, síntomas externos de deficiencias, análisis foliar. Los resultados obtenidos indican que los promedios más bajos para todas las variables evaluadas se presentaron en los tratamientos Sin N y Agua y los más altos para los tratamientos Completo y Medio N. Las manifestaciones de los síntomas visuales de deficiencia se presentaron después de los 30 días del trasplante para los elementos N, P y K, 40 días para el Ca y 60 días para el Mg. El análisis de tejidos presentó una relación antagónica y sinérgica entre elementos y alto contenido de K y Mg. El mejor tratamiento fue el completo con contenido nutricional de: N 3.36%, K 2.54 %, Ca 2.05, P 0.17% y Mg 1.36%.

Palabras claves: Síntomas de deficiencias, Elementos mayores, *Solanum betacea*

ABSTRACT

DETERMINATION OF DEFICIENCIES OF MAJOR ELEMENTS, IN SMALL PLANTS OF TOMATO TREE *ÁRBOL Solanum betacea*, Sinónimo: *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt

This work was proposed and made to give fulfillment to one of the objectives of the investigation project called "Quality life improvement in people who live in slope". The experiment used a complete random design (C.R.D) with 12 treatments and five repetitions in each sampling. The variable evaluated were: dry root weight, dry aerial part weight, foliage area, height, deficiencies external symptoms and foliage analysis. The results shown that the lowest averages for all the evaluated variables were in the treatments without N and water. The manifestation of the visual symptoms of deficiency were shown after 30 days of reasown to N, P and K, 40 days to Ca and 60 days to Mg. The tissue analysis showed in antagonist and synergic relation between elements and high contents of K and Mg. The best treatment was complete with nutritional contents of: N 3.36%, K 2.54%, Ca 2.05%, P 0.17% and Mg 1.36%.

Key words: Symptoms of deficiency, Major elements, *Solanum betacea*

INTRODUCCION

El tomate de árbol es una especie nativa que día a día ha adquirido importancia en Colombia, presentando perspectivas para la diversificación en las áreas de, por lo cual se ha venido intensificando su cultivo a nivel comercial en el área del Oriente Antioqueño, donde constituye la principal fuente de ingresos de numerosas familias de pequeños agricultores, zonas donde se proporcionan como cultivo alternante para elevar el nivel nutricional de la familia campesina (Lobo, 1989; Escarria,

1986; citados por Restrepo, 1993; Osorio y Madrid, 1978; Girard y Lobo, 1977; Bernate y Alvarez, 1987).

Las principales zonas productoras en Colombia son el Norte y Oriente de Antioquia, Caldas y Cundinamarca. Según la F.D.I.(1994), como cultivo tecnificado el tomate de árbol se está plantando también en el norte y centro de los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Nariño.

¹ Estudiante de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira; ² Profesora Asociada, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237
Financiación del Proyecto: Ministerio de Agricultura. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología - Pronatta. Proyecto 1256.
Estampilla Pro - Universidad y Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Su uso es diverso: desde jugos, mermeladas, postres, helados, hasta ensaladas y dulces (F.D.I., 1994), su análisis químico registra contenidos de vitamina A, complejo B; así como proteínas, carbohidratos, calcio, hierro y alto contenido de fósforo y ácido ascórbico.

El tomate de árbol es un cultivo semipermanente de crecimiento rápido, que requiere en sus inicios fertilizantes ricos en nitrógeno, fósforo y potasio (F.D.I., 1994), en el que según Escarria (1980), se han realizado abonamientos con productos de diferentes grados de N P K a razón de 30 gr/planta a los 3 ó 4 meses durante un año, luego se fertiliza cada 6 meses, extendiéndose su cultivo por diferentes zonas del país. Sin embargo, se sabe poco sobre aspectos agronómicos como su nutrición, es por esto que se ha planteado esta investigación.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La presente investigación se llevó a cabo a cabo en el invernadero de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, ubicada según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi a 76° 16' de longitud oeste y 3° 48' de latitud norte, con una altitud de 1001 m.s.n.m, temperatura promedio de 26°C, precipitación de 1002 mm anuales y humedad relativa de 75% y brillo solar de 5.4 horas/día.

Se plantearon 12 tratamientos (Cuadro 1), con un diseño experimental completamente al azar, tomando cinco repeticiones para la evaluación de las variables de respuesta; cada unidad experimental consto de un

recipiente plástico con capacidad para 10 Kg de sustrato (arena cuarcítica) y una planta por recipiente.

Para cada tratamiento se prepararon las soluciones nutritivas usando las soluciones madres de HOAGLAND, con modificaciones para este ensayo; A partir de está se procedió a calcular las cantidades necesarias de cada uno de los elementos.

Inicialmente se hizo un semillero donde se colocaron las semillas. La germinación ocurrió entre los 15 y 20 días después de la siembra. El transplante a las materas se realizó a los 25 días después de la germinación a razón de una planta por matera.

Se hicieron riegos diarios con agua destilada para mantener el material en excelente estado de humedad con el fin de estimular la germinación de las semillas. Para suministrar las soluciones nutritivas a las plantas, se utilizó un recipiente de 500 ml y con ésta medida se regó cada 3 días.

Las variables evaluadas fueron : Peso seco parte aérea y raíz, altura de plántula, área foliar, síntomas externos de deficiencia nutricionales.

Para el análisis foliar se tomó la parte aérea ; la determinación de nitrógeno se realizó por el método de Microkjeldahl. Potasio, calcio y magnesio se determinan por el método de Absorción Atómica (surco, 1987) ; Fósforo y boro se determinan por el método Vanadato-molibdato y colorimetría por Ázomethina-H, respectivamente (Fick et al, 1979).

CUADRO 1. Diseño de tratamientos

TRATAMIENTO	NIVEL DE APLICACION (ppm)	No. REPETICIONES EN CADA MUESTREO			
		1º	2º	3º	4º
Solución Nutritiva Completa	Contiene todos los elementos	3	3	3	5
Medio Nivel de Calcio	100	3	3	3	5
Sin Calcio	0	3	3	3	5
Medio Nivel de Fósforo	155	3	3	3	5
Sin Fósforo	0	3	3	3	5
Medio Nivel de Magnesio	36	3	3	3	5
Sin Magnesio	0	3	3	3	5
Medio Nivel de Nitrógeno	105	3	3	3	5
Sin Nitrógeno	0	3	3	3	5
Medio Nivel de Potasio	117	3	3	3	5
Sin Potasio	0	3	3	3	5
Agua destilada	-	3	3	3	5

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso seco de la parte aérea

El tratamiento completo presentó el mayor valor de acumulación de materia seca. En el tratamiento de medio nivel de N, la reducción del elemento en 50% posiblemente afectó su absorción, debido a que este elemento es requerido en altas concentraciones. El tratamiento de medio Mg., disminuyó 17% en peso seco con relación al tratamiento completo, posiblemente debido a la relación de sinergismo entre el Mg y el N. Los tratamientos sin Mg y Medio Ca no presentaron diferencias significativas entre sí ; parecen indicar que la planta es poco exigente en Magnesio y Calcio, de tal manera que las cantidades de éstos elementos presentes en la semilla fueron suficientes para expresar éste resultado. Los tratamientos medio P y medio K, los cuales no fueron estadísticamente distintos entre sí. El tratamiento sin K con peso seco inferior del 90% comparado con el testigo completo, posiblemente se debió al papel del potasio como activador enzimático para la absorción de los demás elementos siendo requerido en grandes proporciones tal como lo reporta la literatura. Los tratamientos Agua y sin N los cuales no fueron significativamente diferentes y presentaron la menor acumulación de materia seca, además, que algunas plantas murieron (Cuadro 1).

Peso seco de raíz

El tratamiento completo presentó el mayor valor de acumulación de materia seca para ésta variable (Cuadro 1). El tratamiento medio N el cual mostró como la reducción 50% afectó negativamente la respuesta de la planta ; Según lo observado, para el tratamiento medio Mg y sin Mg, posiblemente debido a que éste elemento no cumple una función relevante en la formación de tejido radical. Para el calcio, la reducción del elemento a la mitad disminuyó en gran medida la acumulación de materia seca de raíz, lo cual posiblemente puede estar asociado con su papel fundamental en el desarrollo de raíces (Junta de estremadura, 1992). El tratamiento medio K presentó reducción del 50% en comparación con el tratamiento completo, mostrando así su importancia como activador enzimático, como ion equilibrante frente al nitrógeno, favoreciendo su acumulación y como coadyubante en la formación de tejidos fuertes y resistentes al volcamiento (Cagigas y Rojas, 1996). El tratamiento medio P presentó una reducción del 61% de acumulación de materia seca en comparación con el tratamiento completo. El tratamiento sin Ca presentó una reducción de 73% lo que posiblemente se debió a que el calcio es un componente esencial en la formación de la pared celular y organización protoplas-

mática; (Barcelo et al, 1987). Según Bidwel (1979), la ausencia severa de calcio impide la formación de nuevas paredes celulares con lo que se imposibilita la división de las células. Los tratamientos sin P y sin K, mostraron una reducción en el peso seco del 87 y 97%, respectivamente. Los tratamientos sin K, Agua y sin N presentaron valores muy bajos en comparación con el completo (menos del 2%), indicando así la esencialidad del nitrógeno como componente de las sustancias nitrogenadas las cuales pueden llegar a constituir el 30% del peso seco de una planta y del potasio como equilibrante de la absorción del nitrógeno.

Area foliar

El tratamiento completo presentó los valores más altos (Cuadro 2). En los tratamientos medio Mg, medio N, medio Ca, se pudo observar como la reducción de cada uno de éstos elementos en 50% en la solución, redujo significativamente la formación de área foliar. Los tratamientos sin Mg y medio P presentaron reducción de 32.7 y 33.1% frente al tratamiento completo, respectivamente ; posiblemente debido a la relación existente entre el magnesio y el fósforo siendo el primero importante en la absorción y traslocación del segundo y asimilación del nitrógeno (Lalatta, 1988), de tal manera que su ausencia haya reducido éstos procesos. Para el caso del fósforo, su reducción a la mitad en la solución puede ser indicio del papel que juega éste elemento en los procesos energéticos de tal manera que haya reducido la formación de hojas y por ende de área foliar. El tratamiento medio K, con disminución del 55.2% frente al completo, indica así su importancia en la absorción del nitrógeno ya que cumple el papel de equilibrar la absorción del mismo, lo cual afectó notablemente la formación de área foliar. En los tratamientos sin Ca, sin P, sin K posiblemente por las interacciones mutuas, la carencia de cada uno de estos elementos no haya permitido la absorción de otros elementos; por ejemplo, la deficiencia de potasio disminuye la absorción de nitrógeno, la deficiencia de fósforo reduce el metabolismo energético y por ende la formación y acumulación de compuestos y por último la deficiencia de calcio disminuye la división celular afectando el aumento en tamaño y cantidad de tejidos. Los tratamientos agua y sin N, arrojaron valores insignificantes, mostrando así como la deficiencia de nitrógeno es causante de los mayores efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Altura de plántula

Los tratamientos completo y medio Mg mostraron como la reducción en 50% del magnesio en la solución no afectó notablemente el crecimiento (Cuadro 2). Los tratamientos medio Ca y sin Mg redujeron sus valores

CUADRO 2. Promedios obtenidos en el análisis estadístico para las cuatro variables evaluadas

Tratamiento	Peso seco aéreo	Peso seco raíz	Area foliar	Altura plántula
COMPLETO	70.46 A	46.06 A	6226.6 A	86.3 A
SIN N	0.51 H	0.20 H	20.2 F	7.1 H
MEDIO N	64.14 B	34.30 B	4908.4 B	84.4 A
SIN P	11.70 F	5.96 G	1284.6 E	30.2 F
MEDIO P	36.84 E	18.04 E	4166.8 C	62.0 C
SIN K	6.50 G	2.62 H	936.0 E	19.2 G
MEDIO K	36.00 E	22.80 D	2792.0 D	53.0 D
SIN Ca	14.92 F	12.46 F	1492.6 E	39.3 E
MEDIO Ca	41.24 D	25.44 C	4690.0 BC	74.4 B
SIN Mg	45.42 D	24.74 CD	4193.0 C	72.4 B
MEDIO Mg	58.46 C	29.10 C	5164.0 B	84.9 A
AGUA	0.64 H	0.80 H	46.4 F	12.2 H

en 13.8 y 16.1% en comparación con el tratamiento completo, posiblemente debido al papel que juega el calcio en la estructura de la pared celular, lo cual pudo haber disminuido la división celular en tejidos meristemáticos y por ende en el crecimiento. El comportamiento del tratamiento sin Mg es similar al resultado reportado por López (1970) al evaluar deficiencias minerales en lulo. El tratamiento medio P presentó un valor por debajo comparado con el tratamiento completo en un 28.2%. El tratamiento medio K con un valor 36.6% por debajo al testigo completo, mostró así la importancia del elemento en el crecimiento de la planta. El tratamiento sin Ca presentó una disminución en altura del 54.5% en relación al completo. El tratamiento sin P con un 65%, manifiesta su importancia en los procesos fisiológicos en la planta. El tratamiento sin K presentó un valor por debajo al testigo completo en 77.8%. Los tratamientos Agua y sin N presentaron los valores más bajos para esta variable de respuesta, con una reducción del 86 y 91.82% frente al tratamiento completo, respectivamente. Tal como se observa para las otras variables, el nitrógeno estuvo por debajo de los demás tratamientos, indicando así que la planta no tolera deficiencias extremas del elemento.

Síntomas externos de deficiencias

La sintomatología visual externa mostrada en las hojas de Tomate de árbol *Solanum betacea* (Sinónimo *Cyphomandra betacea* (Cav) Sent.) en este experimento se presentó únicamente en los tratamientos carentes

del elemento ; con la evaluación de esta variable de respuesta en los tratamientos planteados, se logró verificar los síntomas característicos de deficiencia reportados en la literatura.

Análisis de tejidos

Analizando el cuadro 3 y comparando los contenidos de macroelementos en frutales como cítricos, manzano y naranja (Cuadro 4), con los niveles presentes en el tratamiento Completo (de mejor comportamiento) de elementos minerales como N, P y Ca se encuentran dentro de los rangos adecuados establecidos para dichos cultivos, mientras que elementos como K y Mg sobrepasan los límites establecidos, lo cual puede ser indicio de que los requerimientos por la especie de éstos elementos sean altos, lo cual se observó al evaluar las variables; sin embargo para el magnesio el tratamiento con carencia del elemento en la solución presentó un nivel bajo aunque su comportamiento fue mejor que tratamientos con valores más elevados. Esto posiblemente esté indicando que la planta es eficiente en el uso de éste elemento llegando incluso a acumularlo cuando los niveles en la solución fueron altos. Finalmente las manchas necróticas invaden la lámina foliar iniciando desde el ápice hacia la base de la hojas, las cuales se pliegan entre sí por el envés permaneciendo adheridas al tallo. Otros síntomas observados fueron crecimiento retardado, peciolo y entrenudos cortos, reducción en el tamaño de las hojas, tallo delgado con manchas oscuras y aspecto achaparrado.

CUADRO 3. Análisis de Tejidos para los diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	%N	%P	%K	%Ca	%Mg
COMPLETO	3.36	0.17	2.54	2.05	1.36
SIN N*	-	-	-	-	-
MEDIO N	2.36	0.20	1.94	1.95	1.47
SIN P	3.97	0.13	4.24	2.60	0.64
MEDIO P	3.21	0.20	2.38	1.61	1.11
SIN K	4.00	0.25	0.13	2.68	2.62
MEDIO K	3.40	0.20	0.94	2.12	1.71
SIN Ca	1.43	0.30	3.80	2.45	1.28
MEDIO Ca	2.62	0.40	1.60	1.91	1.54
SIN Mg	3.14	0.19	1.75	2.68	0.35
MEDIO Mg	3.06	0.18	1.17	2.46	1.01
AGUA*	-	-	-	-	-

No se hizo análisis foliar

CUADRO 4. Niveles de nutrientes adecuados para algunos cultivos

NUTRIMENTOS	CITRICOS	MANZANO	NARANJA
	(5-7semanas)		(4-7 meses)
% N	2.40 - 2.60	2.01 - 2.50	2.40 - 3.50
% P	0.12 - 0.16	0.21 - 0.40	0.15 - 0.30
% K	0.70 - 1.09	1.21 - 1.60	1.20 - 2.00
% Ca	3.00 - 5.50	1.01 - 1.50	3.00 - 7.00
% Mg	0.26 - 0.60	0.26 - 0.40	0.25 - 0.70
ppm Mn	25 - 200	25 - 150	25 - 100
ppm Fe	60 - 100	50 - 250	— — —
ppm B	31 - 100	30 - 60	30 - 70
ppm Zn	25 - 100	20 - 50	20 - 60
ppm Cu	5 - 16	10 - 20	6 - 15

BIBLIOGRAFIA

BARCELO C, J; et al. Fisiología Vegetal. 4 ed. Madrid : Pirámide, 1987. p 202-205.

BERGMANN, E. Diagramas comparativos de análisis de plantas y hojas para la representación sinóptica del contenido de materias minerales en las plantas agrícolas. En: Revista de la Potasa. Berna. Suiza. No 2. 1985. 11 p.

BERNATE L, J. y ALVAREZ V, M. E. Reconocimiento entomológico en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betácea* Sendt) en el municipio de Cali y el corregimiento de Bitaco (Valle del Cauca). Palmira, 1987. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

BIDWELL, R. G. S. Fisiología Vegetal. Trad. por Guadalupe Gerónimo Cano y Manuel Rojas Garcidueñas. México : AGT. 1979. 784 p.

CAGIGAS V, C. E. y ROJAS V, L. G. Determinación de deficiencias de elementos mayores en melón reticulado (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de invernadero. Palmira, 1996, 108 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias Agropecuarias. Palmira.

CONSUEGRA C, A.M. y MAYA T, C.H. Determinación de deficiencias de elementos mayores en plántulas de chchafuto *E. edulis*. Palmira, 1994. p. 29-40. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

- DEVLIN, R. M ; et al. Fisiología Vegetal. Barcelona : Omega, 1980. p. 304-309.
- ESCARRIA R, J. A. El tomate de árbol (*Cyphomandra betácea* (Cav)). 5 ed. Noviembre de 1980. 52 p.
- ESTRADA A, J. A. Nutrición mineral y análisis foliar. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 1988. 139 p.
- F.D.I. Fundación para el Desarrollo Integral del Valle del Cauca. Cultivo de tomate de árbol. Cali. 1994. p 1-5.
- FICK, K. R. et al. Métodos de análisis minerales para tejidos de plantas y animales. 2 ed. EE.UU : Departamento de Ciencia Animal, 1979.
- FIELDING R, J. Visual plants symtoms as indicators of mineral nutrient deficiencies. En: Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperature Crops. West view Tropical Agriculture. series No 7. 198?. p 1-12.
- FOSSATI, C. Como practicar el hidrocultivo. Traduc. María luz González. Madrid : EDAF. p 135-143.
- GIRARD O, E y LOBO A., M. Ensayo preliminar para el control de la antracnosis del tomate de árbol. En: Fitopatología Colombiana. Vol 6. No 2. Octubre de 1977. p 122.
- GOBERNACION DE ANTIOQUIA. Frutas de Colombia para el mundo. Manual para el exportador. Medellín. 1991. p 14-19.
- GUTIERREZ R, R. Sinopsis del género *Cyphomandra* (Solanaceae) en Colombia e investigación de la actividad farmacológica de *Cyphomandra betácea* (Cav) Sendt. Palmira, 1996. p. 5-9, 22, 38.
- Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- JUNTA DE ESTREMADURA. Interpretación de análisis de suelo, foliar y agua de riego. Consejo de Abonado. España : Mundiprensa, 1992. 279 p.
- LALATTA, F. La nutrición mineral de los árboles frutales. Fertilización de árboles frutales. Guías de Agricultura y Ganadería. Edición CEAG. Perú. Barcelona. España. 1988. 167 p.
- MALAVÉR H, L. y HERNANDEZ DE C, S. Guía de prácticas para el curso de fisiología vegetal. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 1984.
- OSORIO B, E y MADRID R, C. Biología floral del tomate de árbol *Cyphomandra betácea* (Cav) (Sendt) y el lulo *Solanum quitoense* L. Medellín, 1978, p. 2-23. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.
- RESTREPO H, J. F. Establecimiento de un banco de germoplasma de tomate de árbol de *Cyphomandra betácea* (Sendt): Caracterización y evaluación fenotípica preliminar. Palmira, 1993. p. 2-25. Tesis (Magister en Producción Vegetal con énfasis en Fitomejoramiento). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- SURCO F, J. Evaluación de minerales nutricios en las semillas de *Erythrina edulis* (Basul). Cuzco, 1987, p. 66-75. Tesis de grado (Química). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco.
- VALENCIA A, G. Niveles adecuados de nutrimentos en suelos y en hojas para varios cultivos. En: Avances Técnicos. Cenicafé. No 30. Agosto de 1986. 4 p.