

DETERMINACION DE DEFICIENCIAS DE ELEMENTOS MAYORES EN PLANTULAS DE CHACHAFRUTO *Erythrina edulis*

Adolfo Consuegra *

Carlos Maya *

Stella H. de Cantillo **

Nancy Barrera Marín **

COMPENDIO

En plántulas de *Erythrina edulis* sometidas a deficiencias de N, P, K, Ca y Mg, se evaluaron las variables área foliar, altura de plántula, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz, sintomatología visual y contenido de nutrimentos en los tejidos hasta los 90 días. Se utilizaron 12 tratamientos y 10 repeticiones, en un diseño completamente el azar. El N presentó los resultados más bajos en los parámetros evaluados; en orden de respuesta le siguieron P y K. Los tratamientos con la dosis media de los elementos, excepto Medio K, presentaron diferencias significativas con el tratamiento completo para área foliar, altura de plántula y peso seco de la parte aérea. El área foliar se vió afectada en todos los tratamientos, excepto en el completo, por la menor o mayor defoliación de las plántulas. N, P y K mostraron más rápido los síntomas visuales de deficiencia, los de Ca y Mg se manifestaron a los 45 y los 65 días respectivamente después de aplicadas las soluciones.

ABSTRACT

DETERMINING THE DEFICIENCY OF THE PRINCIPAL ELEMENTS IN SMALL PLANTS OF CHACHAFRUTO *Erythrina edulis*

In *Erythrina edulis* plants, N, Ca, P, K and Mg deficiencies were induced. The variables studied included: leaf area, the height of the young plants, the dry weight of its upper parts and roots, the external visible symptomatology of the deficiencies and the content of nutrients in the tissue, at ninety days. The experiment was undertaken by applying different doses to twelve treatments and then repeating these with teh, chosen at random. Nitrogen showed the lowest results for all the variables studied followed by phosphorus and potassium. Treatments, where half-doses of the elements had been applied, showed significant differences compared with when complete treatments were applied; the exception being with the application of a half-dose of Potassium. The differences were noted in leaf area, the height of the young plants and the dry weight of its upper parts. Leaf area was seen to be affected in all the treatments, except the complete treatments, due to the extent of defoliation in the young plants. N, P, and K were the first to show visual symptoms of deficiency. Ca and Mg, after the solutions had been applied, showed at 45 and 60 days respectively.

INTRODUCCION

El género *Erythrina* comprende árboles y arbustos comúnmente llamados árboles coral (España), son propios de los trópicos de Asia, Africa y América; muchos poseen importancia agrícola como forrajeras; otras proporcionan materias primas como gomas, colorantes, maderas, medicamentos y algunas son ornamentales (Tosco, 1970). Existe en Colombia una *Erythrina* comestible, el chachafruto, de gran importancia en la alimentación humana y animal. En nuestro medio es consumido especialmente por las personas de la zona cafetera y del altiplano cundiboyacense. El chachafruto, *E. edulis*, se

considera planta promisoría debido a que en investigaciones realizadas en cuanto a la calidad de la proteína digerible de su semilla, ésta se encuentra en un nivel alto, comparado con el huevo, el fríjol, la lenteja y la arveja (Pérez, 1979).

El reconocimiento de los síntomas producidos por carencias y deficiencias nutricionales es muy útil para proporcionar a los árboles los elementos que en un momento determinado estén limitando su crecimiento y producción, también

* Estudiantes de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

** Profesoras Asociadas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

permite distinguir entre enfermedades fisiológicas y patológicas, lo cual lleva a un mejor manejo del cultivo de estos árboles. Para iniciar la investigación fisiológica de *E. edulis* (Barrera, 1992) se planteó como objetivos:

- Determinar la influencia de las deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en la acumulación de materia seca de raíz y parte aérea, así como en la altura y en el área foliar de las plántulas de chachafruto.
- Observar la sintomatología externa producida por carencia y deficiencia de estos macroelementos.
- Determinar el contenido nutricional de plántulas de Chachafruto con deficiencias hasta los 90 días de edad.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en el invernadero de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Se definieron 12 tratamientos en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones así:

- T1 : Solución completa
- T2 : Sin Nitrógeno
- T3 : Medio Nitrógeno
- T4 : Sin fósforo
- T5 : Medio fósforo
- T6 : Sin potasio
- T7 : Medio potasio
- T8 : Sin calcio
- T9 : Medio calcio
- T10 : Sin magnesio
- T11 : Medio magnesio
- T12 : Agua destilada

Para la preparación de los tratamientos se usaron las soluciones madres de Hoagland (Malaver, y Cantillo, 1989), con modificaciones ideadas en este ensayo, las cuales tuvieron valores de pH entre 5.5 y 7.3 y C.E. en un rango de 1.2 y 2.6 dSm^{-1} .

Las plántulas de chachafruto se obtuvieron a

partir de semillas colectadas en Sevilla (Valle), Colombia, las cuales se sembraron en materas plásticas de 6 kg de capacidad a las cuales se les adicionó como sustrato arena cuarcítica.

Las variables evaluadas fueron: peso seco de la raíz y de la parte aérea, altura de plántula en la semana 5 y 7 después de aplicadas las soluciones, área foliar en las semanas 2, 5, 7, después de aplicadas las soluciones, sintomatología visual externa de deficiencias y contenido de nutrimentos en los tejidos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los promedios de los resultados obtenidos para las variables fisiológicas evaluadas.

Al analizar los promedios de peso seco de la parte aérea por el método Duncan, se establecieron tres grupos. Entre los tratamientos completos, 1/2 calcio, 1/2 fósforo, 1/2 Magnesio y 1/2 Nitrógeno, no se presentaron diferencias significativas lo cual indica que la reducción del 50% de la concentración de los elementos estudiados en el medio de cultivo, excepto el potasio, no afectan esta variable fisiológica. El peso seco de la parte aérea se vio afectada por los bajos niveles de potasio posiblemente porque siendo activador de proteínas, afecta su formación y éstas a su vez al ser parte fundamental de la estructura de la planta, afectaron la acumulación de materia seca. En el grupo conformado por los tratamientos sin potasio, medio potasio, sin calcio, sin magnesio y sin fósforo, disminuyó drásticamente el peso seco de la parte aérea, resultado que es de esperar, ya que estos elementos son importantes en la estructura y función de los vegetales. El tercer grupo, conformado por los tratamientos Sin nitrógeno y Agua, indica el elemento que más afecta el peso seco aéreo de la parte aérea es el nitrógeno, posiblemente porque forma parte de las proteínas y la mayoría de las estructuras de los vegetales.

Aunque en el peso seco de raíz no hubo diferencias significativas entre tratamientos, cabe anotar que se presentó una diferencia del 50% en peso seco entre los tratamientos agua y completo. Lo

ACTA AGRONOMICA

Cuadro 1. Promedios de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	PESO-SECO g/planta		ALTURA(cm)		AREA FOLIAR m ² /planta		
	Parte aérea	Raíz	Semana 5	Semana 7	Semana 2	Semana 5	Semana 7
<u>COMPLETO</u>	22.4 A	5.0 ABC	38.2 C	49.2 ABC	0.28 A	1.26 AB	2.01 A
<u>Sin N</u>	3.4 B	3.3 BC	21.5 D	22.7 F	0.18 A	0.32 E	0.26 F
<u>½ N</u>	20.5 A	4.8 ABC	35.0 C	46.5 BC	0.30 A	0.89 CD	1.3 CDE
<u>Sin P</u>	7.5 CD	3.4 BC	34.8 C	39.0 E	0.26 A	0.70 D	0.47 F
<u>½ P</u>	22.1 A	6.7 AB	35.0 C	41.4 D	0.22 A	1.5 BC	1.38 B
<u>Sin K</u>	13.2 B	3.7 BC	43.6 A	50.9 AB	0.30 A	1.6 BC	0.93 CDE
<u>½ K</u>	12.9 BC	4.0 ABC	42.8 A	51.9 A	0.29 A	1.22 AB	1.14 BCD
<u>Sin Ca</u>	10.7 BC	5.5 ABC	35.2 C	38.6 E	0.19 A	0.70 B	0.83 DE
<u>½ Ca</u>	22.3 A	7.2 A	43.4 A	50.6 AB	0.37 A	1.49 A	1.35 B
<u>Sin Mg</u>	11.9 BC	2.9 C	35.0 C	44.7 CD	0.31 A	0.77 CD	0.82 E
<u>½ Mg</u>	21.6 A	4.5 ABC	40.4 A	53.0 A	0.27 A	1.19 BC	1.24 BC
<u>Agua</u>	3.9 D	2.5 C	19.0 D	20.3 F	0.16 A	0.19 E	0.19 F

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes según DUNCAN, con 5% de significancia.

Cuadro 2. Resumen de los análisis de varianza para los diferentes parámetros evaluados.

VARIABLE	CM	CV	Fc	Pr > F
Peso seco aéreo total	157.4	20.9	17.3	0.0001**
Peso seco raíz	6.53	39.1	2.08	0.0648*
Altura semana 5	308.7	9.6	26.4	0.0001**
Altura semana 7	597.7	8.0	50.7	0.0001**
Area foliar semana 2	8.56	84.2	1.31	0.2590*
Area foliar semana 5	59.7	20.8	16.7	0.0001**
Area foliar semana 7	106.1	20.5	26.3	0.0001**

* No existen diferencias significativas entre tratamientos

** Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

que significa que, aunque la semilla posiblemente aportó gran parte de los elementos para el crecimiento de raíz, la contribución de los macroelementos fue valiosa.

Para la variable altura de planta en la semana 5 después de aplicadas las soluciones, se pueden clasificar los tratamientos en tres grupos. El primero, constituido por los tratamientos Sin K, Medio K, Medio Calcio, Medio Magnesio, el crecimiento en altura estuvo por encima del tratamiento completo y de los que involucran N y P, por lo que debe tratarse de estímulos a factores de crecimiento relacionados con estos tres elementos, ya que los tres se regulan entre sí en el metabolismo (Guardiola, y García, 1990). Los tratamientos del segundo grupo fueron Completo, Medio Nitrógeno, Sin P, Medio P, y el tercer grupo quedó conformado por los tratamientos Agua y Sin N. De nuevo el Nitrógeno fué el elemento que presentó los resultados más bajos.

En la semana 7, el comportamiento anómalo lo presenta el tratamiento Sin K, que se comportó igual al completo y los tratamientos con dosis media de los elementos; debido a que en la semilla la concentración de potasio es alta; en segundo lugar, se encontraron los tratamientos con carencia de elementos, excepto el tratamiento sin K, y en el tercer lugar los tratamientos sin N y agua.

El análisis de varianza para el área foliar en la semana 2, no mostró diferencias significativas entre tratamientos, comportamiento biológicamente explicable porque para esta época no existe un marcado efecto de los tratamientos sobre las plantas. En la semana 5 sí existieron diferencias significativas debido a que las soluciones han surtido efecto sobre los tratamientos mostrando variación en las áreas foliares de las plántulas. En la semana 7 también hubo diferencias significativas entre tratamientos distinguiéndose en el primer lugar el tratamiento completo (2.0 m²) y encontrándose muy distantes los tratamientos Sin P, Sin N y agua. En esta época del ensayo se manifestaron defoliaciones causadas por la deficiencia de los elementos en las soluciones, la literatura reporta varias causas de

la senescencia y posterior caída de las hojas, entre las que se encuentra la causada por deficiencias nutricionales (Bidwell, 1983).

Sintomatología visual externa de deficiencias

Se presentaron síntomas visuales de deficiencia en los tratamientos Sin N, Sin P, Sin K, Sin Ca, Sin Mg y Agua. Los tratamientos medios manifestaron defoliación y el tratamiento medio K presentó la sintomatología de deficiencia de potasio.

Síntomas de Deficiencia de Nitrógeno

Empieza a manifestarse a los 15 días de aplicada la solución en las hojas maduras y por último, cuando la deficiencia alcanza niveles severos, lo presentan las hojas jóvenes.

La deficiencia de este elemento redujo el crecimiento tanto en altura como el crecimiento lateral de toda la planta; con hojas pequeñas y color verde-amarillo, entrenudos cortos, y menor número total de hojas. Las plántulas presentaron tallos delgados, frágiles, y flácidos los pedúnculos y las hojas jóvenes; al avanzar la deficiencia las hojas de toda la planta presentaron color verde-amarillo, el cual cambió a amarillo, acompañado de puntos necróticos que cubren todo el limbo foliar. Seguidamente ocurre una necrosis del foliolo que avanza del ápice hacia la base de las hojas para finalizar con la caída de éstas. La producción de biomasa para este tratamiento fue muy baja y el desarrollo radical, al igual que para el resto de los tratamientos, fue pobre.

Síntomas de Deficiencia de Fósforo

La deficiencia de este elemento se presentó a los 15 días de iniciada la aplicación de los tratamientos en hojas maduras. Las plántulas de chachafruto deficientes en fósforo presentan menor altura, y una clorosis que empieza en los bordes y ápice y avanza hacia el centro de la hoja. Las hojas jóvenes adquieren coloración verde oscura más intensa que las hojas de las plantas del tratamiento Completo; además la hoja es de tamaño menor y deformada, ondulaciones en los bordes y desarrollo de color púrpura inicialmente en el

envés y posteriormente en el haz. La deficiencia de fósforo provocó caída prematura de hojas.

Síntomas de Deficiencia de Potasio

La deficiencia de potasio mostró como síntoma primario clorosis intervenal en hojas jóvenes, muy parecido a clorosis férrica, acompañada de necrosis del ápice. Luego se presentó una serie de puntos color marrón intervenales en todo el foliolo, de forma y tamaño irregular, los cuales se unen entre sí y se necrosan. Posteriormente los bordes de los foliolos se enrollan hacia el haz. Tales síntomas ocurrieron siempre en las hojas superiores de las plántulas. Cabe aclarar que en el análisis de tejidos, las plántulas no mostraron al elemento hierro (Fe^{++}) en concentraciones bajas. La altura de planta para este tratamiento fue superior al tratamiento completo desde la semana 3 a la 6 después de aplicadas las soluciones, pero presentaron entrenudos cortos.

La deficiencia del elemento provocó caída de hojas jóvenes necrosadas.

Síntomas de deficiencia de Calcio

En general la deficiencia de Ca se presentó como una clorosis intervenal con necrosis de ápices en hojas jóvenes. Las hojas maduras muestran clorosis que avanza de los bordes hacia la nervadura central. El síntoma más fácilmente observado fue la ondulación de los bordes de las hojas. También es importante destacar la muerte del meristemo apical de las plántulas, lo que ocasionó rebrotes laterales a razón de dos o tres por plántula en todo el tratamiento. Una vez ocurrida la muerte de los meristemas, la altura de plántula se detuvo. Esta deficiencia ocasionó una pequeña defoliación de hojas maduras, si se compara con la ocurrida en los tratamientos fósforo y potasio.

Las plántulas mostraron una deformación de raíces manifestada como curvaturas y enroscamientos. Sin embargo, el sistema radical fue muy compacto y sin diferencias en cuanto a peso con los otros tratamientos.

Síntomas de deficiencia de Magnesio

Los síntomas se presentaron como clorosis intervenal que avanzó desde el ápice a la base de las hojas maduras. Posteriormente aparecen manchas necróticas de forma irregular en el centro de los foliolos. En las hojas jóvenes se presentó una clorosis intervenal muy tenue con necrosamiento de ápices; los bordes de las láminas foliares presentaron ondulaciones. Algunas hojas presentaron clorosis intervenal sin exhibir algún cambio de color notable en el borde. El tratamiento también produjo defoliación de plántulas.

El desarrollo radical mostró malformaciones como curvaturas, enroscamientos y un volumen menor aunque en peso seco no mostró diferencias con los otros tratamientos.

Síntomas de deficiencias en el tratamiento agua

En estas plántulas se mostró un complejo de deficiencias de elementos: Disminución en la altura de plántulas, hojas pequeñas y malformadas, entrenudos cortos, pedúnculos cortos y delgados, quemazón de hojas y meristemas apicales, muerte de meristemas apicales.

ANALISIS DE TEJIDOS

En la primera o segunda semana, el contenido de los elementos se considera normal, porque se translocan de los cotiledones a la plántula. Comparado con los registros de la literatura para otros cultivos (Bergmann, 1988), se encontraron, valores normales de los minerales evaluados en las plantas de los tratamientos que involucran nitrógeno, fósforo, potasio y contenidos bajos de calcio y magnesio. En la quinta semana se reduce, el contenido de los minerales estudiados, debido a que se toman de las soluciones nutritivas, y la alta actividad fisiológica de la planta no permite acumulación en hojas y tallos. La actividad fisiológica también se manifiesta en el incremento de altura, área foliar y peso seco de la parte aérea en la mayoría de los tratamientos. En el análisis acumulado (semana 7), se observó que el contenido de los minerales en los tratamientos Completo y los que contenían la mitad

de la concentración del elemento en la mitad de la concentración, se encuentran en los rangos óptimos reportados en la literatura para otros cultivos y estos tratamientos no presentaron síntomas de deficiencia, exceptuando el tratamiento medio potasio. En los tratamientos carentes de algún elemento, el contenido de nutrimentos presentó drástica disminución y los síntomas de deficiencia se evidenciaron rápidamente .

Cabe destacar que Erythrina edulis es una planta que acumula poco calcio y magnesio, y gran cantidad de potasio. Esto se puede explicar por la relación entre potasio, el calcio y el magnesio; ya que cuando se necesitan grandes cantidades de potasio para altos rendimientos, disminuye la habilidad de la planta para absorber los otros dos.

BIBLIOGRAFIA

- BARRERA, N. El chacha fruto o balú, E. edulis : alimento de nuestro pasado, esperanza alimentaria de nuestro futuro. Estrategias para su rescate cultural en el Valle del Cauca. Palmira : Universidad Nacional de Colombia. 1992.
- BARRERA, N. Proyecto chachafruto. Informe de los subproyectos ejecutados en el Valle del Cauca (1990-1991). CIID-CONIF- Universidad Distrital. Universidad Nacional de Colombia, 1992.
- BERGMANN, E. y BERGMANN, W. Diagramas comparativos de análisis de plantas y hojas para la representación sinóptica del contenido de materias minerales en las plantas agrícolas. Revista de la Potasa. No 2. 11p. 1985.
- BIDWELL R. Fisiología Vegetal. México : AGT, 1979. p 283-288.
- GUARDIOLA, J. y GARCIA, A. Fisiología vegetal. Madrid : Síntesis, 1990.
- MALAVAR, L.V. y DE CANTILLO, S. Ejercicios de laboratorio para el curso de fisiología vegetal. Palmira : Universidad Nacional de Colombia. p 53.
- PEREZ A., E. Plantas útiles de Colombia. Bogotá : Camacho Roldan, 1956.
- PEREZ, G. Evaluación de proteína de E. edulis T. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 29, No. 2 (1979).
- TOSCO, U. Diccionario de Botánica. Barcelona : España, 1970 .