

SINTOMAS DE DEFICIENCIAS DE Fe, B, Mn, Zn, Cu EN PLANTULAS DE CHACHAFRUTO *Erythrina edulis* T.

Luis A. Yazno O.¹ - Nancy Barrera M.² -
Stella Hernández de C.²

COMPENDIO

En el experimento "Síntomas de deficiencias de Fe, B, Mn, Zn y Cu en plántulas de chachafruto *Erythrina edulis* T", se empleó un diseño experimental completamente al azar con 12 tratamientos y cinco repeticiones en cada muestreo; las variables evaluadas fueron: Peso seco de la parte aérea y de la raíz, altura de planta, área foliar, contenido de nutrimentos y síntomas externos visuales de deficiencia. Los resultados obtenidos indican que los tratamientos Sin Cu y ½ Cu, reportaron los valores más elevados para las variables peso seco de la parte aérea, altura y área foliar; el tratamiento ½ Fe registró mayor valor para la variable peso seco de raíz. Los síntomas más severos de deficiencia se presentaron en los tratamientos de solución Sin Zn y Sin Fe, ocasionando, en este último, la muerte total de las plantas a los 75 días después de aplicar las soluciones nutritivas.

Palabras claves: Síntomas, Deficiencia, Elementos menores, Solución nutritiva, *Erythrina edulis*.

ABSTRACT

DEFICIENCIES OF Fe, B, Mn, Zn AND Cu EN PLANTULAS DE CHACHAFRUTO *Erythrina edulis* T.

The following variables were evaluated: dry weight of the aerial part and root, plant height, leaf area, nutritious contents and external symptoms of deficiency. For the variables dry weight of the aerial part, plant height and leaf area the treatment which presented the highest values were the treatment without Cu and ½ Cu. The treatment ½ Fe, registered the highest value for the variable dry weight of root. The more general symptoms of deficiency were presented in the treatment of solution without Zn and without Fe. In the last one the plants died 45 days after application of nutritive solutions.

Keys Words: Symptoms, Deficiency, Minors elements, Solutions nutritive, *Erythrina edulis*

INTRODUCCION

Los cultivos y las plantas en general requieren cantidades adecuadas de elementos para la producción óptima del cultivo, entre estos hay algunos elementos que son necesarios en pequeñas cantidades y la ausencia de estos elementos puede causar graves problemas, pues actúan en momentos claves de su ciclo vital, como la reproducción, la formación de semillas, la respiración y la formación de clorofila.

Las semillas de *Erythrina edulis* son de gran importancia en la manutención humana y animal de los habitantes de la zona andina, por que contienen un alto nivel de proteínas y minerales. (Barrera, 1996)

Por lo anterior, se iniciaron desde hace algunos años en la Universidad Nacional de Colombia, trabajos de investigación básica, agronómica, etnobotánica y de extensión para el rescate cultural de esta especie que se siembra una sola vez para toda la vida y produce aún después de 20 años, abundantes frutos y follaje de buena calidad.

La determinación de los síntomas ocasionados por carencias y deficiencias nutricionales es uno de los aspectos imprescindibles dentro de la investigación de esta especie para en un momento dado, llegar a proveer a la planta aquel elemento que está limitando el desarrollo y la productividad. El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de las deficiencias

¹ Estudiante de Pregrado Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. ² Profesora Asociada. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, A A 237

de elementos menores en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de chachafruto *Erythrina edulis*.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el invernadero de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira se establecieron 12 tratamientos, con un diseño experimental completamente al azar, se tomaron cinco repeticiones para la evaluación de las variables de respuesta; cada unidad experimental constó de un recipiente plástico con capacidad para 10 lt; 10 l de solución nutritiva según el tratamiento y una plántula.

Las soluciones madres de HOAGLAND se modificaron para este ensayo y a partir de está se procedió a calcular las cantidades necesarias de cada uno de los elementos de acuerdo a los tratamientos Cuadro 1).

CUADRO 1. Diseño de tratamientos

| Tratamientos | Soluciones | No. de Repeticiones | | | |
|--------------|------------|---------------------|----|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | C | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 2 | - Zn | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 3 | ½ Zn | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 4 | - B | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 5 | ½ B | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 6 | - Cu | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 7 | ½ Cu | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 8 | - Fe | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 9 | - Mn | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 10 | ½ Mn | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 11 | ½ Fe | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 12 | AGUA | 3 | 3 | 3 | 5 |

La semilla sexual se colectó en la finca el Edén, municipio de Sevilla se desinfectó en una solución fungicida y se sembró arena cuarcítica. La emergencia ocurrió a los 8 días y el trasplante a los 25 días después de la emergencia; antes de llevar las plántulas a la solución nutritiva se eliminaron manualmente los cotiledones.

Las raíces de las plantas se airearon un minuto todos los días, el pH se ajustó a 6.2. y las soluciones se renovaron cada 25 días. Se evaluaron las siguientes variables de respuesta: Peso seco de la parte aérea y raíz, Altura de plántula, Area foliar, Sintomatología visual externa de las deficiencias.

Análisis de tejidos

Se determinaron los elementos mayores y menores, a partir de hojas de la planta. La determinación del nitrógeno: se hizo por el método de Mikrokjendahl, El potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre, manganeso se determinaron por absorción atómica. En espectrofotómetro de rango visible. El fósforo y el boro se determinaron por el método de azomethina -h.

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza de las variables. Con el fin de establecer diferencias significativas entre tratamientos, se empleo el test de rangos múltiples de DUNCAN para la comparación de promedios.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso seco de la parte aérea

El tratamiento sin Cobre registró mayor acumulación de materia seca (Cuadro 2). En los: tratamientos ½ Cobre, ½ Zinc, sin Boro, la ausencia o la baja concentración del Cu hace que las plántulas acumulen mayor cantidad de materia seca en la parte aérea. Este efecto posiblemente se debió a que la deficiencia y/o exceso de un elemento traza afecta la concentración de otros elementos en las plantas, incluidos macronutrientes (Osorio, 1993).

Los tratamientos ½ Boro, 1/2 Manganeso, sin Manganeso, sin Zinc y Completo presentaron menor acumulación de materia seca en la parte aérea. La presencia del Zinc es importante ya que regula el crecimiento mediante el control de la síntesis del triptófano.(Loue, 1988)

La ausencia de hierro causó la muerte de las plántulas a los cuarenta días de iniciado el experimento. (Cuadro 2).

Peso seco de la raíz

El tratamiento ½ Hierro presentó la mayor acumulación de peso seco en la raíz (Cuadro 3), lo que muestra la esencialidad del elemento en el desarrollo radical de esta especie, ya que juega un papel importante en la fijación simbiótica del nitrógeno y en los procesos fotosintéticos y respiratorios y en la formación de las membranas de los cloroplastos.

En los tratamientos ½ Manganeso, sin Manganeso, sin Boro, completo, ½ Zinc, sin Zinc, sin Cobre, ½ Cobre, ½ Boro, no se observaron diferencias significativas entre sus medias; pero si con el tratamiento ½ Fe, lo que indica, que la variación de las concentraciones de los elementos presentes en este grupo no afectaron en

forma significativa la acumulación de materia seca de la raíz.

CUADRO 2. Peso seco promedio (g) de la parte aérea para los diferentes tratamientos

| Tratamientos | N | Promedio* |
|--------------|---|-------------|
| COMPLETO | 5 | 24.362 D |
| SIN Zn | 5 | 29.026 DC |
| ½ Zn | 5 | 38.644 BAC |
| SIN B | 5 | 36.772 BAC |
| ½ B | 5 | 34.062 BDC |
| SIN Cu | 5 | 45.428 A |
| ½ Cu | 5 | 40.522 BA |
| SIN Mn | 5 | 34.344 BDAC |
| ½ Mn | 5 | 33.842 BDC |
| ½ Fe | 5 | 36.568 E |
| SIN Fe | 5 | 00.00 E |

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

CUADRO 3. Peso seco promedio (g) de la raíz para los diferentes tratamientos

| Tratamientos | N | Promedio* |
|--------------|---|-----------|
| COMPLETO | 5 | 15.124 B |
| SIN Zn | 5 | 14.424 B |
| ½ Zn | 5 | 14.812 B |
| SIN B | 5 | 16.450 B |
| ½ B | 5 | 9.700 BC |
| SIN Cu | 5 | 12.452 B |
| ½ Cu | 5 | 11.700 B |
| SIN Mn | 5 | 17.518 B |
| ½ Mn | 5 | 19.588 B |
| ½ Fe | 5 | 33.646 A |
| SIN Fe | 5 | 00.00 C |

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

La deficiencia de Hierro y la de los demás elementos en el tratamiento solo agua, causó la muerte a las plántulas. Además se observa que la ausencia del elemento Hierro tiene directa incidencia en el desarrollo radical de esta especie.

Altura de plántula

Los tratamientos sin Cobre, ½ Cobre, ½ Boro registraron los valores más altos para esta variable de respuesta; como el boro interviene en la síntesis del ácido ribonucleico, formación de ribosas y síntesis de

proteína (Salazar, 1988), en cierta forma explica porque el tratamiento ½ boro presenta una de las mayores alturas antecedido por los tratamientos sin Cobre y ½ Cobre (Cuadro 4).

CUADRO 4. Altura promedio (cm) de plántula para los diferentes tratamientos

| Tratamientos | N | Promedio* |
|--------------|---|-----------|
| COMPLETO | 5 | 48.92 B |
| SIN Zn | 5 | 48.88 B |
| ½ Zn | 5 | 57.76 B |
| SIN B | 5 | 56.36 B |
| ½ B | 5 | 82.16 A |
| SIN Cu | 5 | 85.36 A |
| ½ Cu | 5 | 84.98 A |
| SIN Mn | 5 | 56.92 B |
| ½ Mn | 5 | 62.32 B |
| ½ Fe | 5 | 52.12 B |
| SIN Fe | 5 | 00.00 C |
| SOLO AGUA | 5 | 00.00 C |

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

Los tratamientos ½ Manganese, ½ Zinc, sin Manganese, sin Boro, ½ Hierro, completo, sin Zinc, registraron valores más bajos que los anteriores tratamientos. Una de las funciones más importantes del Zn es su efecto sobre la regulación del crecimiento mediante el control de la síntesis del triptófano., lo que explica el por que los tratamientos sin Zn y ½ Zn registran menores altura que los tratamientos sin Cu y ½ Cu. Los tratamientos sin Hierro no registraron ningún valor para esta variable.

Area foliar

Los tratamientos sin Cobre, sin Manganese, ½ Cobre, ½ Zinc registran la mayor área foliar. Lo anterior nos indica que la ausencia y las bajas concentraciones de estos micronutrientes afectaron positivamente la producción de hojas en las plántulas. En los tratamientos sin Boro, ½ Hierro, ½ manganese, ½ Boro, sin Zinc se pudo observar que las bajas concentraciones de estos elementos afectaron el área foliar de las plántulas (Cuadro 5).

Síntomas de deficiencia de Boro

Las plántulas manifestaron la deficiencia de boro con crecimiento anormal o retardado de los puntos de crecimiento apicales. Los brotes axilares se estimularon y produjeron ramas laterales; por ello fue uno de los

CUADRO 5. Area foliar promedio (cm) para los diferentes tratamientos

| Tratamientos | N | Promedio* |
|--------------|---|-----------|
| COMPLETO | 5 | 683.7 B |
| SIN Zn | 5 | 824.1 BA |
| ½ Zn | 5 | 1038.3 A |
| SIN B | 5 | 994.1 BA |
| ½ B | 5 | 862.8 BA |
| SIN Cu | 5 | 1169.5 A |
| ½ Cu | 5 | 1081.2 A |
| SIN Mn | 5 | 1095.7 A |
| ½ Mn | 5 | 966.3 BA |
| ½ Fe | 5 | 983.9 BA |
| SIN Fe | 5 | 00.00 C |
| SOLO AGUA | 5 | 00.00 C |

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

tratamientos que registró mayor acumulación de materia seca en la parte aérea.

Las hojas jóvenes, presentaron apariencia arrugada; la superficie de la hoja se torna irregular porque hay mayor crecimiento del haz que del envés de la hoja o viceversa, y se presentaban dos efectos násticos: hiponastia (mayor crecimiento del envés que del haz, tomando las hojas una forma cóncava) y epinastia (mayor crecimiento del haz que del envés tomando las hojas una forma convexa). Además, se observaron deformidades y color verde azulado oscuro en los folíolos, el pedúnculo corto o demasiado ensanchado y así mismo se observaron entrenudos cortos.

Los peciolo y los tallos hacen frágiles, la superficie escamosa y la formación interna y externa de materiales corchosos. Otro de los síntomas que se pudo observar fue el menor desarrollo de las raíces en este tratamiento.

Coke y Whittington (1968), citado por Salazar (1989), han considerado la hipótesis de que el boro esta involucrado en el metabolismo de auxinas. Estos autores encontraron una reducción en crecimiento de raíces en presencia de extractos de auxinas de raíces deficientes en boro.

Síntomas de deficiencia Cobre

La deficiencia de cobre provocó un desarrollo anormal de las plántulas pues estas fueron las que mayor altura, peso seco de la parte aérea y área foliar presentaron. Lo anterior se podría explicar por que al parecer la ausencia y las bajas concentraciones de este nutrimento estimularon a las plántulas en su crecimiento apical. También se pudo observar que las hojas jóvenes

permanecían enrolladas y mostraban falta de turgencia en diferentes grados.

Algunas de las plántulas de este tratamiento mostraban poca estabilidad en el tallo pues se curvaban con facilidad. Lo anterior se podría explicar debido al gran desarrollo que tuvieron las plántulas al parecer por haber un mayor desarrollo los tejidos mecánicos de soporte de la planta se vieron afectados pues no tenían la capacidad de sostener a la plántula en forma adecuada.

Los folíolos no mostraron ningún signo de deficiencia (clorosis, malformaciones o zonas neuróticas) su aspecto era similar a los folíolos de las plántulas del tratamiento completo.

Síntomas de deficiencia Hierro

La deficiencia de este elemento se manifestó a los 25 días después de haber empezado a aplicar las soluciones. El primer síntoma visible e identificable de deficiencia de hierro es una clorosis entre las nervaduras de las hojas jóvenes. Esta clorosis no es muy evidente en las etapas iniciales de la deficiencia. Cuando la deficiencia ha avanzado, las aéreas cloróticas se toman amarillas. Las hojas pierden totalmente su coloración verde y pasan a un color amarillo claro el cual se extiende hacia el tallo.

En las plántulas cuando la deficiencia se hizo severa la clorosis presento zonas necróticas sobre las hojas con caída prematura de las mismas. Así mismo se presentaron zonas necróticas en el tallo, la cual se extendía desde la parte superior hacia la inferior. Las plantas resultan delgadas y débiles. Además que presentan poco desarrollo. Las raíces ante la deficiencia de este elemento presentaron poco desarrollo comparado con el tratamiento que poseía la solución completa. Las plantas ante la severidad de la deficiencia murieron.

Síntomas de deficiencia Manganeseo

El desarrollo de las plántulas estuvo dentro de la media de los demás tratamientos. Al parecer la deficiencia de este elemento no afectó en forma negativa el desarrollo de las plántulas por lo tanto se podría decir que con un bajo contenido de Manganeseo, no es una limitante en el desarrollo de *Erythrina edulis*. Sin embargo, el tamaño de los folíolos es mucho menor que en plantas sin deficiencias pero el número de hojas en este tratamiento fue mayor que el tratamiento con solución completa. En esta leguminosa los síntomas de deficiencia de este elemento se caracterizaron por la presencia casi invisibles de puntos amarillos sobre las hojas.