

# EFECTO DE BORO SOBRE RENDIMIENTO, SINTOMATOLOGÍA DE DEFICIENCIA Y HOJA MÁS JOVEN MANCHADA POR SIGATOKA NEGRA, EN PLÁTANO HARTÓN\*

Effect of boron on the yield, visual deficiency and youngest leaf stained by black sigatoka, in horn plantain

Carlos Gómez-Cárdenas<sup>1</sup>, Vianel Rodríguez<sup>2</sup>, Hermes Rosales<sup>1</sup>, Joel Vera<sup>1</sup> y Norelys Pino<sup>1</sup>

## RESUMEN

En Venezuela, existen aproximadamente 63.000 ha sembradas de plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón) y la zona Sur del Lago de Maracaibo cuenta con el 55% de la superficie. En esta zona se ha generalizado una sintomatología foliar, asociada con deficiencia de boro, por su similitud a la reportada en cultivares AAA. En este sentido, se planteó evaluar el efecto de diferentes dosis de boro sobre parámetros de rendimiento, concentración foliar de boro, la hoja más joven manchada por *Mycosphaerella fijiensis* y sintomatología foliar visual de deficiencia de boro en el cultivo de plátano. El experimento se ejecutó en la Estación Local Chama – INIA, en bloques al azar, con seis repeticiones de las dosis 0, 1, 2, 3 y 4 g de boro planta<sup>-1</sup> y durante tres ciclos del cultivo se evaluó: peso de racimo, número de manos, número de dedos de primera y segunda mano, peso del dedo central de segunda mano, longitud interna, externa y grosor del dedo, hoja más joven manchada, sintomatología visual de deficiencia y contenido foliar de boro. Las variables morfométricas analizadas no presentaron diferencias ( $P>0,05$ ). La dosis de boro no afectó la sintomatología visual de deficiencia de boro ni la hoja más joven manchada por Sigatoka negra. El ciclo de producción afectó el peso del racimo, peso del dedo central de la segunda mano, grosor del dedo, longitud interna y externa y concentración de boro foliar.

**Palabras clave:** diagnóstico visual, características morfométricas, *Musa* AAB, *Mycosphaerella fijiensis*.

## ABSTRACT

In Venezuela there are approximately 63.000 ha sowed of plantain (*Musa* AAB subgroup horn plantain) and the South of the Lake of Maracaibo has 55% of that surface. In this area, a generalized foliar symptomatology, associated with deficiency of boron, according to its similarity to the one reported in cultivars AAA. In this sense, it was evaluated the effect of different doses of boron in yield parameters, foliar boron concentration, the youngest spotted leaf by *Mycosphaerella fijiensis* and the visual symptomatology of boron deficiency in leaves of plantain. The experiment took place in the Estación Local Chama – INIA. It was organized in blocks at random, with six repetitions at the doses 0, 1, 2, 3 and 4 g of boron plant<sup>-1</sup> and during three cycles of the cultivation were evaluated: cluster weight, number of hands, number of fingers of first and second hand, weight of the central finger of second hand, internal, external longitude and thickness of the finger, youngest spotted leaf, visual symptomatology deficiency and boron content of leaves. The morphometric variables analyzed didn't show differences ( $P>0.05$ ). Similarly, the doses of boron didn't affect the youngest leaf stained by black Sigatoka and the symptomatology to foliate visual of deficiency of boron. There were differences in the weight of the cluster, weight of the central finger of the second hand, thickness of the finger, internal and external longitude and leaf boron concentration due to the effect of the production cycle.

**Key words:** visual diagnosis, morphometric characteristics, *Musa* AAB, *Mycosphaerella fijiensis*.

(\*) Recibido: 07-04-2009

Acceptado: 24-06-2010

<sup>1</sup> INIA-Zulia-Estación Local Chama, Apartado postal N° 11, El Vigía 5145, estado Mérida, Venezuela. Telf. 0416-8767686. E-mail: cgomez@inia.gob.ve.

<sup>2</sup> UCLA, Dec. Agronomía, Apdo. 400. Barquisimeto. 3001, Venezuela. E-mail: vianelr@ucla.edu.ve.

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela existen aproximadamente 63.000 ha sembradas de plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón), con promedio de producción de 9.000 kg ha<sup>-1</sup>, genera aproximadamente 30.000 empleos directos y 120.000 indirectos; gran cantidad de familias en el medio rural dependen directa o indirectamente de este cultivo, que constituye un producto tradicional de la dieta básica de los habitantes de Venezuela (Surga *et al.* 2002). La Zona Sur del Lago de Maracaibo, abarca parte de los estados Zulia, Mérida y Trujillo, que cuenta con el 55% de la superficie sembrada del cultivo en el país. En la zona se ha generalizado la presencia de una sintomatología foliar, presuntamente asociada con deficiencia de boro, por su similitud a la reportada en cultivares AAA (Lahav y Turner 1992).

En este sentido, la necesidad del boro para el crecimiento de las plantas fue demostrada en la década de 1920 (Warrington 1923) y fue establecido como nutriente esencial de todas las plantas vasculares (Bolaños *et al.* 2004), cumple un importante papel en la absorción de elementos como el potasio y calcio, entre otros y en funciones fisiológicas de crecimiento, fructificación y germinación (Malavolta 2008). La deficiencia causa rápidas aberraciones bioquímicas, fisiológicas y anatómicas como malformación de hojas y frutos y eventual disminución del rendimiento (O'Hallorans *et al.* 2006), también se asocia a la resistencia de la planta al ataque de hongos (Salas 2002). Aunque la importancia del boro para el funcionamiento de las plantas está demostrada, es conveniente determinar rangos de suficiencia acordes a la zona y al cultivo, debido a que los niveles como micronutriente presentan una diferencia muy estrecha entre deficiencia y toxicidad (Malavé 2005, Vargas *et al.* 2007). De manera contraria, Yamada (2000) informó que no

existe evidencia de que la franja entre deficiencia y toxicidad de boro sea estrecha, además, los niveles de boro en la planta y el suelo pueden variar debido a la gran cantidad de procesos donde este micronutriente está involucrado y a las reacciones de adsorción con los materiales del suelo como óxido de Fe y Al, materia orgánica y pH, entre otros.

Por las razones expuestas, se planteó evaluar el efecto de diferentes dosis de boro, a través de tres ciclos de producción, sobre parámetros de rendimiento, concentración foliar de boro, la hoja más joven manchada por Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y sintomatología foliar visual de deficiencia de boro en Plátano Hartón.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se efectuó en la Estación Local Chama del INIA, estado Zulia, ubicada a 54 msnm, coordenadas 8°43'27'' N y 71°44'33'' W, con promedio anual de 26,8 °C, 83% de humedad relativa y 1738,4 mm de precipitación, con plátano Hartón de dos años de edad, densidad de 2000 plantas ha<sup>-1</sup>, sin aplicación de riego, en suelos con las características señaladas en la Tabla 1.

### Diseño del experimento

Se estableció un diseño de bloques al azar (bloques perpendiculares a la pendiente predominante), con 5 dosis de boro (0, 1, 2, 3 y 4 g planta<sup>-1</sup>) aplicadas al suelo frente al hijo y 6 repeticiones. Cada unidad experimental (30 en total) estuvo constituida por parcelas de 28 plantas cada una, las 10 plantas centrales se utilizaron como efectivas para el muestreo. Los tratamientos se aplicaron solo al inicio del ensayo y las evaluaciones de las variables morfométricas, la

**Tabla 1. Características químicas del suelo del área experimental.**

Prof. (cm)	pH <sup>(1)</sup>	MO <sup>(2)</sup> g kg <sup>-1</sup>	Fósforo <sup>(3)</sup>	Potasio <sup>(4)</sup>	Calcio <sup>(4)</sup> mg kg <sup>-1</sup>	Magnesio <sup>(4)</sup>	Boro <sup>(5)</sup>
0 - 20	5,1	14	41	98	3360	56	0,48

<sup>(1)</sup> Relación 1:2

<sup>(2)</sup> A partir de carbón orgánico de Walkley y Black.

<sup>(3)</sup> Por el método de Olsen.

<sup>(4)</sup> Por acetato de Amonio pH 7.

<sup>(5)</sup> Extraído con agua caliente y valorado por colorimetría con azometina-H (Raij y Quaggio 1983).

hoja más joven enferma por Sigatoka negra, la sintomatología visual de deficiencia a nivel foliar y la concentración de boro foliar, se ejecutaron durante tres ciclos de producción del cultivo.

El manejo del cultivo fue realizado de forma similar al de la zona (Abreu *et al.* 2007), con excepción de la fertilización que consistió de 270 g N, 75 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 150 g K<sub>2</sub>O por planta<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, aplicado cada cuatro meses y el control químico de *M. fijiensis* con base en la evaluación quincenal de la hoja más joven enferma, siguiendo la metodología de Stover modificada por Gauhl (Marín y Romero 1994). Esta consiste en ubicar dentro de las plantas efectivas de muestreo, 5 plantas próximas a floración, contar el número de hojas presentes en cada planta, la número uno será la recientemente abierta y por último, ubicar el número de la hoja más joven, que presente un área necrosada por el hongo menor al 5%. Las hojas en posición 7 señalan la necesidad de aplicación del control químico.

### **VARIABLES EVALUADAS**

#### **Evaluación del efecto de las dosis aplicadas de boro, dentro de cada ciclo del cultivo**

Para evaluar las dosis aplicadas, se midieron las variables morfométricas siguientes: peso del racimo en kilogramos, número de manos, número de dedos de la primera y segunda mano, peso del dedo central de la segunda mano (PDCSM) en gramos, longitud interna, externa y grosor del dedo central de la segunda mano en centímetros. Los pesos fueron obtenidos en balanzas de 20 kg (marca Iderna BC-25-KL-L3, precisión de 50 g) y 1 kg (marca UWE, modelo NKS-2000, con precisión de 1 g) y las medidas de longitud y grosor con cinta métrica de tela.

La muestra foliar para la determinación de concentración de boro foliar fue obtenida siguiendo la metodología de muestreo internacional de referencia para las musáceas de Lahav y Turner (1992), que consiste en identificar en la planta el estado fenológico reproductivo de flor femenina visible y seleccionar en la hoja número 3 (de arriba hacia abajo, la hoja bandera con más del 75% de la lamina desenrollada fue la número 1) una banda de

10 cm de ancho a ambos lados de la pseudonervadura, en la porción central de la hoja.

Las variables visuales fueron la incidencia del ataque de Sigatoka negra, se identificó el número de la hoja más joven de la planta con presencia de manchas oscuras (Marín y Romero 1994) y el número de plantas con sintomatología foliar visual de la deficiencia de boro. Se consideró como síntoma de deficiencia de boro cuando ocurrió deformación del extremo distal de la hoja candela, evaluada en las plantas efectivas (Lahav y Turner 1992).

#### **Evaluación de las variables morfométricas y la concentración de boro entre los ciclos del cultivo**

Las variables morfométricas y concentración de boro, se obtuvieron de la base de datos anterior, agrupadas por ciclo sin considerar las dosis aplicadas y analizados estadísticamente entre ciclos productivos.

### **DETERMINACIÓN DE BORO EN LAS MUESTRAS FOLIARES**

El análisis foliar se realizó en la Unidad de Investigación de Suelos y Nutrición Mineral de Plantas, del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela, como sigue: la porción central de la hoja fue lavada con una solución de HCl (0,5%), enjuagada con agua destilada y secada a 65 °C hasta peso constante. Para la determinación de la concentración del elemento B se utilizó el método de incineración (500 °C) por 6 horas, se cuantificó por colorimetría utilizando el complejo azometina H (Malavolta *et al.* 1997).

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de los datos se efectuó de dos maneras:

- a. Dentro de cada ciclo del cultivo: Se aplicó ANAVAR para evaluar el efecto de los tratamientos o dosis de boro sobre las variables morfométricas, concentración de boro foliar y hoja más joven manchada.
- b. Entre los ciclos del cultivo se aplicó ANAVAR para evaluar el efecto de los ciclos

de cultivo sobre las variables morfométricas, concentración de boro foliar y deformación del extremo distal.

Para ambas situaciones, luego de comprobar los supuestos exigidos, se aplicó análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), cuando se presentaron diferencias significativas. Se utilizó el paquete estadístico Statistix 8.0.

Excepto para la deformación del extremo distal de la hoja candela, a la cual se le aplicó la prueba no paramétrica de la distribución de  $\chi^2$ , donde  $H_0$  señalaba que la aparición de la deformación era independiente de la dosis utilizada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables morfométricas durante los ciclos del cultivo

El peso del racimo, número de manos, número de dedos de la primera y segunda mano, peso del dedo central de la segunda mano, longitud interna, externa y grosor del dedo central de la segunda mano no presentaron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos aplicados durante los tres ciclos evaluados (Tablas 2 y 3).

Resultados similares en la misma región, fueron reportados por Nava y Villareal (2000), quienes informaron que la aplicación de Boro al suelo junto con nitrógeno y potasio no influyó en el peso del racimo. Rodríguez *et al.* (2007) no evidenciaron relación entre la concentración de boro en el suelo y el peso del racimo, por lo tanto, el boro no es el elemento más determinante en la producción platanera, para la región estudiada. Así mismo, en otros cultivos se han informado resultados análogos, Rodríguez *et al.* (1997) indicaron que no hubo diferencias en el rendimiento de café debido a dosis de boro aplicada al suelo. Mientras que Gómez y Ortiz (2006), en banano (Williams y Gran Enano) con la optimización de la producción con el balance nutricional incorporando boro y Zn, obtuvieron respuesta positiva con un incremento del 20% en el rendimiento y mejoramiento de la calidad. Pérez *et al.* (2008) obtuvieron respuesta positiva a la

aplicación de boro en rendimiento de papa y encontraron que esta respuesta es complementaria con la fertilización de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio. Ziaeyan y Rajaie (2009) observaron un efecto sinérgico entre el boro y el zinc sobre el crecimiento y el rendimiento en maíz.

### Concentración foliar de boro y variables visuales durante los ciclos del cultivo

La concentración de boro foliar (Tabla 4) no presentó diferencias ( $P > 0,05$ ) por efecto de los tratamientos aplicados en ninguno de los tres ciclos evaluados.

Rodríguez *et al.* (2007) indicaron para el cultivo plátano Hartón, que algunos nutrientes foliares, solamente se asociaron significativamente con sus correspondientes nutrientes edáficos a profundidades de 20 a 40 cm. Probablemente el boro foliar de este ensayo, esté correlacionado con capas más profundas del suelo, las cuales no fueron evaluadas, debido a que la profundidad del análisis de suelo fue 0-20 cm y las plantas sin aplicación presentaron valores similares a las que se aplicó boro; por este hecho, se recomienda caracterizar la variabilidad espacial, tanto horizontal, como en profundidad del boro edáfico.

No hubo efecto ( $P > 0,05$ ) de las dosis de boro sobre la hoja más joven manchada por acción de la enfermedad Sigatoka Negra (Tabla 4), por lo tanto no se obtuvo información concluyente para validar lo planteado por Salas (2002), que relaciona el boro con la resistencia de las plantas al ataque de enfermedades ocasionadas por hongos.

La disipación de los síntomas visuales de deficiencia de B en las plantas evaluadas no desapareció, ni disminuyó por efecto de las dosis aplicadas de boro, en consecuencia los síntomas visuales citados, no se corresponden con necesidades de aplicación de fertilizantes boratados, ni con niveles bajos de boro foliar en el cultivo del plátano Hartón.

### Variables morfométricas y concentración de boro entre ciclos del cultivo

En la Tabla 5 se aprecia que el peso del racimo, número de manos, peso del dedo central

**Tabla 2. Efecto de dosis de boro sobre variables morfométricas del racimo de plátano Hartón en el Sur del Lago de Maracaibo.**

Dosis Boro g planta <sup>-1</sup>	Peso de Racimo kg						Número de manos (media±D.E.)						Nº dedos 1 <sup>er</sup> mano						Nº dedos 2 <sup>a</sup> mano																																					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3		1		2		3																																	
	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo																																
0	8,73±3,15 a	8,43±2,16 a	10,96±2,28 a	7,40±1,32 a	7,10±1,11 a	7,05±1,02 a	7,12±2,12 a	6,27±1,86 a	7,14±1,81 a	6,14±1,71 a	5,73±1,33 a	6,07±1,64 a	8,90±2,83 a	7,81±2,24 a	10,84±2,54 a	7,67±1,51 a	6,83±1,27 a	6,92±1,12 a	5,94±2,10 a	7,19±1,73 a	6,25±1,64 a	5,40±1,71 a	5,75±1,75 a	9,56±3,61 a	8,60±2,39 a	10,81±2,96 a	7,14±1,30 a	6,91±1,24 a	7,40±2,41 a	7,02±2,24 a	6,82±2,35 a	6,32±1,80 a	5,89±1,75 a	5,73±1,68 a	9,17±2,73 a	8,18±2,08 a	10,28±2,03 a	7,86±1,35 a	7,00±0,91 a	6,19±1,90 a	6,93±1,98 a	6,39±1,77 a	5,70±1,51 a	5,79±1,54 a	8,86±2,54 a	8,42±2,58 a	11,35±3,03 a	7,71±1,38 a	6,88±1,38 a	7,20±1,16 a	7,37±2,00 a	6,47±2,01 a	7,78±2,01 a	6,53±1,45 a	5,88±1,84 a	6,50±1,55 a

Medias en las coberturas con letras iguales no presentan diferencias significativas P>0,05.  
(media ± D.E.) = media ± desviación estándar.

**Tabla 3. Efecto de diferentes dosis de boro sobre variables morfométricas del dedo central de la segunda mano de plátano Hartón.**

Dosis Boro g pta <sup>-1</sup>	Peso dedo g			Grosor dedo cm (media±D.E.)			Long. Interna cm			Long. Externa cm																																																					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3																																																			
	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo																																																		
0	262,40±92,77 a	263,56±54,06 a	313,33±76,20 a	14,52±1,25 a	15,10±1,33 a	15,86±1,15 a	16,18±1,85 a	16,63±1,94 a	18,90±2,14 a	22,14±3,02 a	22,48±2,39 a	25,38±2,42 a	1	263,96±50,60 a	279,25±51,73 a	331,32±57,61 a	14,63±1,06 a	15,04±1,32 a	16,11±1,11 a	16,54±1,60 a	16,83±1,92 a	19,26±1,90 a	21,63±2,33 a	22,57±2,69 a	2	272,90±89,24 a	264,20±44,46 a	336,14±81,01 a	14,88±1,35 a	14,82±1,52 a	16,20±1,75 a	16,76±1,92 a	16,91±2,17 a	19,59±2,55 a	22,76±2,67 a	22,48±2,30 a	25,89±2,62 a	3	276,73±57,89 a	279,25±59,29 a	323,14±74,75 a	14,86±1,00 a	15,13±1,19 a	15,95±1,19 a	16,78±1,67 a	17,13±1,86 a	19,09±2,16 a	22,45±2,39 a	22,85±2,30 a	24,93±2,04 a	4	250,82±60,41 a	265,29±57,33 a	302,83±63,26 a	14,47±1,02 a	14,73±1,25 a	15,54±1,18 a	16,10±1,34 a	17,06±2,19 a	19,02±1,86 a	21,43±2,28 a	22,73±3,12 a	25,20±2,30 a

Medias en las coberturas con letras iguales no presentan diferencias significativas P>0,05.  
(media ± D.E.) = media ± desviación estándar.

**Tabla 4. Efecto de diferentes dosis de boro en el contenido foliar de boro y la hoja más joven manchada por Sigatoka negra en plátano Hartón.**

Dosis Boro g planta <sup>-1</sup>	Boro foliar mg kg <sup>-1</sup> (media±D.E.)			Hoja más joven manchada (media±D.E.)		
	Ciclo			Ciclo		
	1	2	3	1	2	3
0	51,99±23,72 a	13,83±1,04 a	85,30±41,19 a	3,16±1,68 a	1,88±1,04 a	1,34±0,48 a
1	38,72±6,59 a	14,26±1,95 a	87,96±23,25 a	3,87±1,68 a	2,02±1,26 a	1,24±0,47 a
2	39,73±8,79 a	14,20±1,81 a	110,23±37,17 a	3,31±1,37 a	2,34±1,50 a	1,34±0,57 a
3	42,79±8,86 a	13,74±0,85 a	89,75±27,63 a	3,82±1,56 a	2,28±1,35 a	1,40±0,59 a
4	39,25±12,17 a	14,83±1,91 a	98,55±48,28 a	4,02±1,52 a	2,37±1,46 a	1,69±0,79 a

Medias en las columnas con letras iguales no presenta diferencias significativas P>0,05.  
(media ± D.E.) = media ± desviación estándar.

**Tabla 5. Efecto del ciclo sobre las variables morfológicas y la concentración de boro a nivel foliar del plátano Hartón.**

CICLO	Peso racimo	PD CSM	GD CSM	LID CSM	LED CSM	Boro foliar
	kg	g	cm (media±D.E.)	cm	cm	mg kg <sup>-1</sup>
1	9,05± 2,99 b	265,4± 72,51 b	14,67± 1,15 c	16,47± 1,70 c	22,09± 2,62 c	42,45± 13,50 b
2	8,29± 2,29 c	270,3± 53,59 b	14,96± 1,32 b	16,91± 2,01 b	22,62± 2,67 b	14,25± 1,59 c
3	10,85± 2,58 a	321,6± 70,85 a	15,94± 1,30 a	19,18± 2,10 a	25,54± 2,39 a	94,21± 34,69 a

Medias en las columnas con letras iguales no presenta diferencias significativas P>0,05.

de la segunda mano, longitud interna, externa y grosor del dedo central de la segunda mano, así como la concentración de boro foliar presentaron diferencias (P<0,05) entre los ciclos evaluados.

Similar comportamiento, entre ciclos de cultivo, fue observado por Finol *et al.* (2004) en banano Gran enano en variables morfológicas (peso del racimo, longitud del dedo central de la segunda mano y diámetro del dedo central de la segunda mano, entre otras) por efecto de dosis de fertilizantes (tipo nitrogenado) al comparar tres generaciones, se notó un mayor incremento en la tercera generación. En el presente Trabajo se obtuvo igual comportamiento.

Por otro lado, se observa que el contenido de boro foliar (Tabla 5) presentó valores que según Vargas *et al.* (2007) son considerados tóxicos para el banano (AAA); no obstante, las plantas de plátano estudiadas no manifestaron síntomas de toxicidad. Semejante efecto fue reportado por Mascarenhas *et al.* (1998) en frijol, en el cual aún con la aplicación de pequeñas dosis de boro, los niveles foliares llegaron a 138 mg kg<sup>-1</sup>.

La ausencia de síntomas visuales de deficiencia de boro durante el experimento, se corresponde con los niveles de boro foliar obtenidos (Tabla 5). Estos valores fueron similares

o superiores a los reportados por Smith (1991) en la norma indicada para bananos en Sur África, que oscila entre 15 y 60 mg kg<sup>-1</sup>, el nivel crítico de 11 mg kg<sup>-1</sup> indicado por Lahav y Turner (1992) para banano y de 10 a 25 mg kg<sup>-1</sup> informado por Malavolta *et al.* (1997). Así mismo, los valores observados en la presente experiencia son superiores a los encontrados (15,45 mg kg<sup>-1</sup>) por Rodríguez *et al.* (2007), los cuales estuvieron asociados con altos rendimientos (> 20 kg/racimo).

Estos resultados validan lo planteado por Yamada (2000), quien señala que para el boro, a pesar de ser un micronutriente, no hay evidencia de que los niveles de deficiencia y toxicidad deban ser en franjas estrechas. En este caso, se encontraron franjas de concentración de boro muy amplias (14,25 a 94,21 mg kg<sup>-1</sup>), sin presentar síntomas de toxicidad.

## CONCLUSIONES

La aplicación de boro al suelo no afectó los parámetros del rendimiento del plátano, la concentración foliar, la hoja más joven manchada por Sigatoka negra y no eliminó la sintomatología de deficiencia foliar visual.

El ciclo de producción afectó el peso del racimo, peso, grosor, longitud interna y externa del

dedo central de la segunda mano y concentración de boro foliar.

Para el cultivo plátano, se obtuvieron franjas de concentración de boro muy amplias, sin presentar síntomas de toxicidad.

### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento por el cofinanciamiento en la realización de esta investigación al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT) a través del Proyecto de Investigación S1-2001001295 y al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

### REFERENCIAS

- Abreu, E., Gutiérrez, A., Quintero, M., Molina, L., Anido, J., Ablan, E., Cartay, R. y Mercado, C. 2007. El cultivo del Plátano en Venezuela: Desde el Campo Hasta la Mesa. Fundación Polar y CIAAL-ULA. Mérida-Venezuela. 158p.
- Bolaños, L., Lukaszewski, K., Bonilla, I. and Blevins, D. 2004. Why boron?. *Plant Physiology and Biochemistry* 42: 907-912.
- Finol, J., Fernández, L., Nava, C. y Esparza, D. 2004. Efecto de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción y calidad del fruto del banano (Musa grupo AAA subgrupo Cavendish clon "Gran enano") en la planicie Aluvial del Río Motatán. *Rev. Fac. Agron.* 21(3):221-232.
- Gómez, M. y Ortiz, O. 2006. Optimización de la producción y calidad en banano mediante el balance nutricional con micronutrientes (B-Zn). In: XVII Reunión Internacional ACORBAT. 17, Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: um negócio sustentável – anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, vol 2: 646-648.
- Lahav, E. y Turner, D. 1992. Fertilización del Banano para Rendimientos Altos. Segunda edición. Boletín N° 7. INPOFOS. Quito, Ecuador. 71 p.
- Malavé, A. 2005. Los suelos como fuente de boro para las plantas. *Revista UDO Agrícola* 5(1): 10-26.
- Malavolta, E. 2008. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais. *Informações Agronômicas IPNI* 121(1):1-10.
- Malavolta, E., Vitti, G. e Oliveira, S. 1997. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicação. 2.ed. rev. e atual. Potafos, Piracicaba, Brasil. 319 p.
- Mascarenhas, H., Tanaka, R., Nogueira, S., Carmello, Q. de e Ambrosano, E. 1998. Resposta do feijoeiro a doses de boro em cultivo de inverno e de primavera. *Bragantia* [online] 57(2):387-392. En [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87051998000200020&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000200020&lng=en&nrm=iso). [citado 2009-01-21].
- Marín, D. y Romero, R. 1994. El combate de la Sigatoka Negra. *CORBANA. Boletín N° 4.* 22p.
- Nava, C. y Villareal, E. 2000. Aplicación de nitrógeno, potasio, boro, magnesio y zinc a plantaciones de plátano (Musa AAB cv. Hartón) en presencia de la Sigatoka negra. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17: 20-35.
- O'Hallorans, J., Díaz, M. y Lugo, W. 2006. Fertilización de plátano con elementos menores en un suelo Tropical. In: XVII Reunión Internacional ACORBAT. 17, Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: um negócio sustentável – anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, vol 1: p.365.
- Pérez, L., Rodríguez, L. y Gómez, M. 2008. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn, Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (Solanum phureja) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana* 26(3): 477-486.

- Raij, B. e Quaggio, J. A. 1983. Métodos de Análise de Solo para Fins de Fertilidade. Instituto Agronômico. Campinas, Brasil. 31 pp.
- Rodríguez, O., Alfaro, R. y Cisneros, B. 1997. Estudio de la respuesta a la fertilización con boro vía foliar y al suelo en Café (*Coffea arabica*) en tres localidades de Costa Rica. In: Memorias resultados y avances de investigación CICAFFE-ICAFF. <http://www.infoagro.cr/agricola/tecnologia/cafe97/cafe4.htm> [citado 2009-01-21].
- Rodríguez, V., Malavolta, E., Sánchez, A., Rodríguez, O., Lavoranti, O. and Guerra, E. 2007. Soil and plant referent norms for evaluating Horn plantain nutritional status. *Communications in soil science and plant analysis* 38(9 and 10): 1371-1383.
- Salas, R. 2002. Fertilización Foliar de Plantas Ornamentales. In: Meléndez, G. y Molina, E., eds. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Editores, Universidad de Costa Rica. pp. 67-76.
- Smith, B. 1991. Optimum leaf analysis norms for bananas. CSFRI, Nelspruit. 30 p.
- Surga, J., Gómez, C. y Salazar, J. 2002. Caracterización de la comercialización del plátano (*Musa AAB* cv Hartón) en la región sur del lago de Maracaibo, Venezuela. In: XIV Reunión Memorias-ACORBAT. San Juan-Puerto Rico. CD-ROM.
- Vargas, A., Arias, F., Serrano, E., y Arias, O. 2007. Toxicidad de boro en plantaciones de banano (*Musa AAA*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 31(2): 21-29.
- Warrington, K. 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann. Bot.* 37:629-672.
- Yamada, T. 2000. Boro: Se están aplicando las dosis suficientes para el adecuado desarrollo de las plantas?. *Informaciones Agronómicas* 41: 8-13.
- Ziaeyan, A. and Rajaie, M. 2009. Combined effect of zinc and boron no yield and nutrients accumulation in corn. *International journal of plant production* 3(3): 35-44.