



Determinación de los niveles de: K, P, N, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, y Mn en muestras de suelos y tejido foliar del cultivo *Musa* AAB, subgrupo plátano cv. 'Hartón'

Miguel Molero^{1*}, Luís Gutiérrez¹, Quilianio Contreras¹, Carlos Rondón², Pablo Carrero² y Edyleiba Rojas²

¹Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. Laboratorio de Análisis Químico (LAQUNESUR) Santa Bárbara de Zulia-Venezuela ² Universidad de los Andes, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Mérida-Venezuela.

Recibido Diciembre-2007 / aprobado Enero.2008

RESUMEN

Se evaluaron las concentraciones de potasio (K), calcio (Ca), Fósforo (P), nitrógeno (N) magnesio (Mg), Zinc (Zn), cobre (Cu) hierro (Fe) y manganeso (Mn) en suelo y en tejido foliar, (nervadura y lámina) del cultivo *Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón. Las determinaciones se realizaron empleando espectroscopía de absorción atómica con llama (FAAS). Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas entre las concentraciones de Ca, K y Fe entre las variables suelo y tejido foliar.

Palabras clave: *Musa* AAB, elementos, suelo, tejido foliar, espectroscopía.

ABSTRACT

Level determination of: K, P, N, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, y Mn in soil samples and leaf tissues of crops *Musa* AAB, sub group plantain cv. 'Hartón'

The concentrations of potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), Zinc (Zn), copper (Cu) iron (Fe) and manganese (Mn) were evaluated in soil and in foliar tissue, (nervadura and leaves) of crops of *Musa* AAB subgroup plantain cv. Hartón. Determinations were performing using atomic absorption spectroscopy with flame. Significant differences were obtained among the concentrations of Ca, K and Fe between the variables soil and foliar tissue.

Key Bords: *Musa* AAB, elements, soil, tisúes leaf, spectroscopy.

INTRODUCCIÓN

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo. Pertenecen a la familia Musáceas. Especie: *Musa* AAB (plátanos comestibles cuando están crudos) y *M. paradisiaca* (plátanos machos o para cocer). (Belalcázar 2000). Tiene su origen en Asia meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en el año 1516. El cultivo comercial se inicia en Canarias a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. El plátano es una planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas (Lahav, 1995). Los análisis de suelos y foliares han sido utilizados con frecuencia en el cultivo de plátano en todo el mundo

como herramientas muy útiles para manejar la fertilización de este importante cultivo y obtener rendimientos altos, sostenidos y económicamente rentables. (Martín-Prével, 1974).

El cultivo de plátano toma más nutrientes por hectárea que cualquier otro cultivo comercial importante en el mundo. Como cultivo, el plátano requiere de elementos minerales indispensables, tanto macro nutrientes tales como K, N, P, como a los micro nutrientes Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, y Mn para su desarrollo y fructificación que son absorbidos del suelo por la planta, además de carbono, oxígeno e hidrógeno que se encuentra en la atmósfera y en el agua (Belalcázar 1995).

El análisis foliar, permite identificar problemas nutricionales y cuantificar su corrección por medio del establecimiento de los niveles críticos, computar los niveles como clave para el uso de fertilizantes y además diagnosticar la curva de crecimiento.

*Correspondencia: ¹miguelmolero45@yahoo.com Profesor UNESUR, Santa Bárbara de Zulia-Venezuela ²cordon@ula.ve ULA, Apartado Postal # 21, Mérida 5101-A, Venezuela.

La espectroscopía de absorción atómica (AAS) es una técnica analítica apropiada para la evaluación del contenido metálico presente en muestras de suelo y en tejido foliar, debido a la alta sensibilidad de esta técnica, a la rapidez de la determinación y al poco pretratamiento que se requiere dar a las muestras para adecuarlas al análisis instrumental. Es por ellos que, en este trabajo se evaluaron los niveles

metálicos de K, P, N, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, y Mn en el suelo y en el tejido foliar del plátano.

Separadamente y enmarcados dentro de la evaluación del balance nutricional, se reporta el uso del DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) como método de interpretación de análisis de tejido para cultivo del plátano Hartón.(Belalcázar S. 1995) y su uso de cocientes para la interpretación de análisis de suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estratificación

El ensayo se efectuó en la Finca La Retirada del Sector Caña Brava del Municipio Colón del Estado Zulia. La altitud es de 54 msnm y la zona tiene características de bosque húmedo tropical con temperatura media anual de 29 °C, humedad relativa media de 83% y precipitación anual de 1738 mm.

Reactivos

Todos los reactivos utilizados, fueron de grado analítico. El agua empleada para preparar soluciones fue doblemente destilada y desionizada (18 M Ω). Todos los materiales de laboratorio fueron lavados con solución jabonosa, enjuagados con agua destilada y ácido nítrico al 10% v/v, para finalmente enjuagarlos repetidas veces con agua destilada y desionizada. Se preparó un litro de una solución patrón de 1000 mg/L de K, P, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, y Mn. Las soluciones estándar de trabajo fueron preparadas mediante dilución apropiada a partir de la solución anterior.

Muestreo

La muestra foliar proveniente de 120 plantas se retiró de la planta "madre", de acuerdo a la normativa establecida por el método de Muestreo Internacional de Referencia (MEIR) (Martín-Prével, 1980a; 1980b) y simultáneamente se tomaron dos muestra de suelo: una muestra entre planta, tomada aproximadamente a dos metros del cormo de la planta; y otra muestra en planta, recogida a unos 20 cm. de la base de la planta

Procesamiento de las muestras

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis Químico de suelo y tejido de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprúm" en Santa Bárbara, Zulia-Venezuela.

Muestra de hoja

El nitrógeno fue determinado por digestión de la muestra utilizando 5 gramos de tejido foliar y luego se destiló utilizando el método Kjeldahl. Los elementos fósforo, potasio, calcio magnesio y zinc fueron determinados en el extracto de la materia obtenida por digestión vía seca (a 550°C) hasta obtención de ceniza blanca (Malovolta, 1997). El fósforo fue cuantificado por colorimetría metavanadato (Malovolta, 1997) respectivamente utilizando un UV/Visible marca UNICO serial 1100R usando una celda de vidrio de 10 cm. de paso espectral a 690 nm. Los elementos potasio calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc fueron determinado por espectrofotometría de absorción atómica (modelo Analyst 100, marca Pekin -Elmer).

Muestra de suelo

Los atributos de pH en agua y conductividad eléctrica fueron determinados en el extracto suelo-agua, relación 1:2, materia orgánica por el método de combustión húmeda con determinación de carbono orgánico por colorimetría y el análisis textural por el método de Bouyoucos (Westerman 1990). El fósforo por el método de Olsen, extraído con solución de bicarbonato de sodio (NaHCO₃) 0,5 M a pH 8,5 y determinación calorimétrica; potasio, calcio y magnesio extraído con acetato de amonio 1N, pH 7,0 y posteriormente la determinación por espectrofotometría de absorción atómica. Para el cobre, hierro, manganeso y zinc se tomó muestras sólidas secas de 0,200 g, los cuales se pesaron en un beaker de 25 mL, agregando 5 mL de HNO₃ concentrado. Luego se sometió cada muestra a 60 °C en una estufa durante 25 minutos, sin dejar secar. Finalmente cada muestra se pasó a través de un filtro Whatman N° 40 y se recogió el filtrado en un matraz aforado de 25 mL, aforándose con agua ultra pura (18 M Ω) para luego llevar a cabo la determinación por espectrofotometría de absorción atómica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron las características físicas y químicas del suelo antes de sembrar las plantas. Las muestras de suelo fueron tomadas en forma de zic- zac. Dichos análisis se pueden observar en la Tabla 1 Y 2. Donde el suelo reúne las condiciones mínimas tanto físicas como químicas adecuadas para dicho cultivo, los suelos son de textura franca con un particular pH de 4,31 lo que califica la reacción para un suelo ácido, de medio-bajo porcentaje de materia orgánica con alta cantidad de limo.

Tabla 1. Determinación de las características físicas del suelo.

Características	Suelo
Arcilla	20%
Limo	58%
Materia orgánica	1,98%
pH	4,31
Conductividad eléctrica	0,54mmho/cm.
Textura	Franco

Tabla 2. Determinación de los niveles de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn en muestras de suelos (control) sin cultivo.

Metal	Suelo (mg/L)
N*	785±39
P	36±2
K	156±8
Ca	417±21
Mg	55 ±3
Fe	166±8
Cu	0,78±0,39
Zn	0,85±0,04
Mn	2,78±0,14

*mg/Kg

Las cantidades de nutrientes extraídos por un cultivo de musáceas en el campo a la época de cosecha son aproximadamente (Kg/ha/año): N: 150; P: 60; Ca: 215; Mg: 140; Mn: 12; Fe: 5; Zn: 1,5; B: 1,25; Cu: 0,5. Por ello, grandes cantidades de nutrientes deben ser reemplazados para mantener la fertilidad de suelo y para permitir la continua producción de rendimientos altos. El nitrógeno y el potasio, y en menor medida el magnesio, son considerados los elementos más importantes para el crecimiento y producción del plátano.

Tabla 3. Determinación de los niveles de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn en muestras de suelos del cultivo *Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón.

Metal	SP mg/L	SEP mg/L
N*	585±39	696±45
P	21±2	28±2
K	116±8	131±1
Ca	317±21	421±41
Mg	35 ±3	42±3
Fe	126±8	147±9
Cu	0,48±0,39	0,56±0,04
Zn	0,55±0,04	0,65±0,04
Mn	1,78±0,139	2,54±0,15

*mg/Kg

El fósforo, junto con el calcio, es considerado el cuarto elemento más importante en la nutrición de este cultivo. Por ello, la fertilización con estos elementos es imprescindible en la mayoría de las plantaciones plataneras de alto rendimiento, dado que las exigencias de las plantas no pueden ser cubiertas sólo por los nutrientes presentes en el

suelo. Es por ello, que en el cuarto mes se realizó un nuevo análisis al suelo, es decir, se estudiaron los parámetros analíticos y las concentraciones de los diferentes metales sin aplicar fertilización (Tabla 3).

Los resultados indican que los valores de suelo en planta (SP) y suelo entre planta (SEP) para los macro nutrientes P, K y Mg muestran diferencias significativas entre sus valores dado que estos elementos son de gran importancia en la formación de la planta y por lo tanto son removidos del suelo poco a poco por la planta, en cuanto al Cu, Fe y Zn, sus concentraciones están entre los valores adecuados para el desarrollo de dicho cultivo y son menos removidos, pero forman parte de los elementos necesarios para la formación del fruto. Esto también se puede evidenciar si los comparamos con la Tabla 2.

En cuanto al tejido foliar, en la Tabla 4 se muestran los altos niveles de metales presentes en dicho tejido, lo cual demuestra la importancia de estos elementos en el funcionamiento normal de una planta de plátano. A juzgar por la edad de la plantación (aproximadamente ocho meses), la alta concentración de K detectado en la lámina y nervadura de la planta es utilizada por la misma en la formación del fruto, al parecer este elemento es absorbido en contra de gradiente debido a la baja concentración de este en el suelo.

Tabla 4. Determinación de los niveles de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn en muestras de tejido foliar del cultivo *Musa* AAB.

Metal	Lamina mg/L	Nervadura mg/L
N*	125±0,39	95±0,39
P	1,78±0,39	0,58±0,29
K	151±8	173±9
Ca	132±7	97±5
Mg	48±2	64±3
Fe	0,76±0,04	1,27±0,06
Cu	0,34±0,02	0,24±0,01
Zn	0,33±0,02	0,33±0,02
Mn	2,72±0,14	1,50±0,08

*mg/Kg

En el calcio, se ha observado una mayor absorción de este elemento durante el curso de crecimiento de la planta, al menos hasta la emergencia del racimo. Sin embargo, la coloración amarillenta de las hojas se debe a la deficiencia de potasio, calcio y magnesio, por lo que se hace necesario suministrar estos elementos al suelo buscando la mejor fórmula química del fertilizante, que será analizado en estudios posteriores.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a través de este estudio indican que el plátano requiere grandes cantidades de nutrientes para su desarrollo normal especialmente potasio, calcio, nitrógeno y magnesio. Por lo tanto, es necesario buscar una fórmula química adecuada de fertilizante que cumpla los

requerimientos mínimos de la planta y que contribuya al mantenimiento de estos en el suelo. Por esta razón, en estudios posteriores se analizará la relación que existe cuando se aplican diferentes fertilizantes en plátano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Belalcàzar S. (1995). Cultivo de plátano en altas densidades, una nueva posición. *Informaciones Agronómicas*.20; 1-4.

Belalcàzar S. (2000). Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. En memoria VII congreso nacional de frutales San Cristóbal pp. 35-42.

Lavah, E. (1995). Banana nutrition. *Musaraña*, 8(1): 258-316.

Malavolta, E. (1999). A diagose foliar-passado, presente e futuro Simpósio sobre Monitoramento nutricional para a recomendação da adubação de culturas, Anais. Potos/Potash and Phosphate Institute. Piracicaba, Brasil.

Martín-Prével, P. (1974). Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier résultats d'une enquête internationale et propositions en vue d'une référence commune. *Ruits*. 29, 583 – 588.

Martín-Prével, P. (1980)a. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Première partie. *Fruits* 35(9) 503-518.

Martín-Prével, P. (1980)b. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Première partie. *Fruits* 35(10) 583-593.

Westerman, R.L. (1990). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America Book Series No 3. Madison, Wisconsin.