



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

**EVALUACIÓN DE CINCO DOSIS DE FERTILIZACIÓN A BASE DE AZUFRE
EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa*
sp.) EN LA ZONA DE BABAHOYO**

AUTOR

SAMUEL ELADIO MENDIETA TOVAR.

DIRECTOR

ING. M.Sc. FRANCISCO MITE

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2012

FINANCIAMIENTO

**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIAP**

&

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INTITUTE





UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

*Tesis presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias
como requisito previo para la obtención del Título de:*

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

**EVALUACIÓN DE CINCO DOSIS DE FERTILIZACIÓN A BASE DE AZUFRE
EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa
sapientum*) EN LA ZONA DE BABAHOYO.**

APROBADA:

**Ing. Agr. Ludvick Amores
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Agr. Cesar Varas Maenza
MIEMBRO DE TRIBUNAL**

**Ing. Agr. Vicente Paliz
MIEMBRO DE TRIBUNAL**



CERTIFICACIÓN

Ing. Agr. M.Sc. Francisco Mite Vivar, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**, Certifico: Que el egresado: **SAMUEL ELADIO MENDIETA TOVAR**, realizó las actividades necesarias para la elaboración de la tesis de grado titulada **EVALUACIÓN DE CINCO DOSIS DE FERTILIZACIÓN A BASE DE AZUFRE EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*) EN LA ZONA DE BABAHOYO**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Agr. M.Sc. Francisco Mite Vivar
DIRECTOR DE TESIS

“In generosity and helping others be like a river
In compassion and grace be like the sun
In concealing other’s faults be like a night
In anger and fury be like the dead
In modesty and humility be like the earth
In tolerance be like a sea
Either exists as you are or be as you look”

Mevlana Jalaluddin Rumi

DEDICATORIA

Después de tanto tiempo veo alcanzado uno de mis grandes sueños, quiero dedicar este trabajo a:

A nuestro Padre Rey de Reyes “DIOS” por iluminarme en todo momento antes y durante el desarrollo de este trabajo. Sé que de una u otra forma me enviabas situaciones en las cuales había una enseñanza o palabras de aliento.

Madre, gracias por tu apoyo incondicional, por el desvelo que has tenido por tus hijos, por estar conmigo en cada etapa de mi vida y por ser una amiga y comprenderme en los momentos más difíciles, como toda buena madre das la vida por tus hijos. A través de estas líneas quiero decir lo mucho que te quiero.

A mi querido Hermano para que este logro que hoy compartimos le sirva de ejemplo para seguir adelante sin importar los tropiezos que pueda tener en la vida.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

Al Ing. Agr. M.Sc. Francisco Mite V. Líder Nacional del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DNMSA), de la EET-Pichilingue del INIAP, a la vez director de tesis, por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación y compartir sus conocimientos y experiencias, lo que ha enriquecido mi formación profesional.

Al IPNI International Plan Nutrition Institute, organismo no gubernamental que financió esta investigación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por darme la oportunidad de realizar mi tesis de grado.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a través de sus directivos quienes incentivan a los estudiantes hacia el fortalecimiento y desarrollo de nuestras habilidades.

Ing. M.Sc. José Villacis actual Director de la EET-Pichilingue del INIAP, por su orientación y sugerencias para el desarrollo de esta tesis.

Ing. M.Sc. Ignacio Sotomayor Herrera Líder del Programa Nacional de Banano, Plátano y otras Musáceas del INIAP, por sus acertados consejos y cambios constructivos al proyecto.

Ing. M.Sc. Pedro Rosero ex Sub-decano de la Facultad de Ciencias Agrarias e Ing. M.Sc. David Campi ex Director de escuela de la carrera de Ing. Agronómica, gracias por su apoyo y confianza.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Agronómica quienes han brindado una guía con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y con esto han fortalecido mi formación en esta ilustre carrera como estudiante universitario.

A los Ingenieros “ ” Miembros de mi Tribunal de Tesis, quienes aportaron con un granito de arena para el desarrollo de esta tesis.

A todos quienes forman parte del DNMSA de la EET-Pichilingue. “ ”
gracias por su amabilidad y buena voluntad.

A todos los Ingenieros de los demás Departamentos de Investigación del INIAP.

Gracias a cada uno de mis compañeros de estudio y amigos en general, por los momentos vividos durante esta etapa de estudio.

También a todos quienes de una u otra forma han colaborado para la finalización de este Trabajo de Grado, agradezco infinitamente su valiosa colaboración.

**La responsabilidad de la presente
investigación es única y exclusiva del autor.**

SAMUEL ELADIO MENDIETA.

ÍNDICE

CONTENIDO

Páginas

I. INTRODUCCIÓN	1
A. Justificación.....	2
B. Objetivos	4
1. General	4
2. Específico	4
C. Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
A. Fertilización del banano	5
1. Fertilización con N	7
a. Síntomas de deficiencia de N	7
b. Investigación sobre nutrición con N.....	9
2. Fertilización con P.....	10
a. Síntomas de deficiencia de P	11
3. Fertilización con K.....	11
a. Síntomas de deficiencia de K	12
b. Investigación sobre nutrición con K.....	13
4. Fertilización con Azufre (S).....	15
a. El azufre en la planta	16
b. Síntomas de deficiencia de azufre	16
c. El azufre en el suelo.....	16
d. El ciclo del azufre	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
A. Localización del estudio.....	19
B. Características Climáticas	19
C. Material Genético	19

D.	Historia del lote	19
E.	Tratamientos	19
F.	Características del experimento.....	20
G.	Análisis estadístico	20
	1. Diseño experimental.....	20
	2. Análisis de variancia (DBCA).....	20
H.	Análisis de suelo y hojas	21
	1. Análisis de Suelos	21
	2. Análisis Foliar	21
I.	Datos registrados	22
	1. Crecimiento	22
	1.1. Altura de planta.....	22
	1.2. Área foliar	22
	1.3. Circunferencia de pseudotallo	23
	2. Rendimiento	23
	2.1. Peso total del racimo.....	23
	2.2. Número de manos útil.....	23
	2.3. Número de dedos por mano	23
	2.4. Longitud de dedos.....	23
	2.5. Peso de raquis	24
	2.6. Diámetro del dedo o grado de madurez	24
	2.7. Numero de cajas exportables por caja año-1	24
	2.8. Merma.....	24
	2.9. Peso húmedo y seco de la fruta.....	24
J.	Manejo del experimento	25
	1. Siembra.....	25
	2. Fertilización.....	25
	3. Control de malezas	26
	4. Controles fitosanitarios.....	26
	5. Cosecha	26
IV.	RESULTADOS	27
	1. Fertilización con S.....	27

2. Análisis de Suelos y hojas	36
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
A. Conclusiones	40
B. Recomendaciones.....	40
VII. RESUMEN.....	41
VIII. BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXO	45

ÍNDICE DE CUADROS

Paginas

Cuadro 1. Algunos parámetros agronómicos del banano, influenciado por los niveles de azufre. Hcda San José, Los Ríos, 2010.....	38
Cuadro 2. Algunos parámetros de producción del banano, influenciado por los niveles de azufre. Hcda San José, Los Ríos, 2010.....	40
Cuadro 3. Resultados del análisis de suelos del área experimental. Hcda San José, Los Ríos, 2010.	47
Cuadro 4. .Resultados del análisis químico foliar, muestreados en la etapa de floración, influenciado por los niveles de azufre. Hcda San José, Los Ríos, 2010	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Paginas

Figura 1. Ciclo del azufre.	17
Figura 2. Efecto de cinco dosis de S sobre el área foliar del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.	28
Figura 3. Efecto de cinco dosis de S sobre el diámetro de tallo del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	29
Figura 4. Efecto de cinco dosis de S sobre el número de manos del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	30
Figura 5. Efecto de cinco dosis de S sobre el número de dedos/racimo del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010	31
Figura 6. Efecto de cinco dosis de S sobre longitud de dedos del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	31
Figura 7. Efecto de cinco dosis de S sobre el diámetro de dedos del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	32
Figura 8. Efecto de cinco dosis de S sobre la longitud del raquis del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	32
Figura 9. Efecto de cinco dosis de S sobre el peso del raquis del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	33
Figura 10. Efecto de cinco dosis de S sobre el ratio del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010	34
Figura 11. Efecto de cinco dosis de S sobre merma del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010	34

Figura 12. Efecto de cinco dosis de S sobre el peso del racimo del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	35
---	----

Figura 13. Efecto de cinco dosis de S sobre cajas. Hectárea ¹ del banano en la Hda. San José – Babahoyo, 2010.....	35
---	----

ÍNDICE DEL ANEXO

Paginas

Anexo 1. Croquis de campo de la evaluación de cinco dosis de fertilización a base de azufre en el crecimiento y desarrollo del cultivo de banano en la zona de Babahoyo	46
Anexo 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III), variable peso útil de caja.....	47
Anexo 3. Cuadro del análisis de la Varianza (SC tipo III), variable peso de racimo	48
Anexo 4. Tratamientos aplicados en el ensayo, efecto de cinco dosis de S sobre el diámetro de tallo del banano en la Hda. San José-Babahoyo, 2010.	49

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el banano sigue siendo el cultivo de mayor importancia económica porque es una fuente generadora de trabajo de un alto porcentaje de la población rural e ingresos económicos al Estado. En el año 2010, el sector bananero ecuatoriano exportó 265 millones 587 mil 828 cajas, que representa un ingreso de aproximado de \$1.900 millones de dólares por concepto de divisas y de alrededor de \$90 millones de dólares por concepto de impuestos al Estado, constituyéndose en el primer producto de exportación del sector privado del país y uno de los principales contribuyentes al fondo nacional. Estas cifras representan el 32% del Comercio Mundial del Banano, el 3.84 del PIB total; el 50% del producto interno bruto (PIB) Agrícola y el 20% de las exportaciones privadas del país (**AEBE, 2011**).

A pesar de que el país es el primer exportador de banano a los mercados del exterior, el rendimiento de la fruta obtenida por hectárea, está por debajo de lo obtenido en otros países como Costa Rica, Colombia, Panamá, etc. Esto como consecuencia del manejo inadecuado que se viene dando al cultivo, derivado principalmente de la importación de tecnología extranjera, que en muchas ocasiones no se ajusta a las condiciones ecológicas y económicas de nuestro país.

Durante los últimos años y en diferentes regiones del mundo, se ha conducido abundante investigación para determinar el rol de cada uno de los nutrimentos minerales en el desarrollo y rendimiento del cultivo del banano. El uso de la información generada ha contribuido a que el productor bananero maneje adecuadamente la nutrición del cultivo.

El banano como cualquier otro cultivo requiere de elementos químicos indispensables para el crecimiento y la producción de la planta. Dentro de los cuales el carbono (C), el oxígeno (O) y el hidrógeno (H) son el grupo de elementos esenciales los cuales se encuentran en la atmósfera y el agua. El otro grupo denominado nutrimentos minerales se clasifica en nutrimentos primarios que son los que se requieren en grandes cantidades y son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en nutrimentos secundarios que son requeridos por la planta en menores cantidades que los anteriores y entre estos se

encuentran el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y finalmente los nutrimentos menores zinc (Zn), boro (B), Cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), cloro (Cl) y sodio (Na), los cuales las plantas requieren en cantidades muy bajas.

Desde el punto de vista nutricional, el azufre es otro elemento importante, como integrante de los aminoácidos sulfurados cistina, cisteína y metionina. En los últimos años este nutrimento ha tomado relevancia en los programas de fertilización ya que son cada vez más frecuentes los reportes de deficiencia de S sobre todo en áreas con suelos de textura liviana y donde no existe un buen programa de aplicación del nutrimento.

Las necesidades de este nutrimento son muy similares a los requerimientos de P. Una producción de 70 ton remueve alrededor de 14 kg de S ha⁻¹ año⁻¹. A pesar de que la extracción no es muy alta, el suplemento de S por parte del suelo no es el adecuado en muchos suelos dedicados al cultivo de banano. Por esta razón, se recomienda utilizar este nutrimento con regularidad en los programas de fertilización (**López y Espinosa, 1995**).

A. Justificación

En Ecuador se obtienen bajos rendimientos de la fruta por hectárea, debido al manejo inadecuado que se le viene dando al cultivo, por la importación de tecnología la cual no se ajusta a nuestras condiciones.

Alrededor del mundo se utilizan dosis de entre 100 y 600 kg de N ha⁻¹ año⁻¹, de 80 a 1000 kg de K ha⁻¹ año⁻¹ y de entre 0 y 300 kg de P ha⁻¹ año⁻¹, dependiendo de las condiciones del suelo y las condiciones climáticas de cada zona, además si se considera la alta concentración de elementos minerales en el racimo, se concluye que fácilmente se puede remover considerables cantidades de diversos elementos que deben de ser repuestos mediante un buen programa de fertilización para mantener un buen nivel de producción.

Por lo que las dosis de S deben calcularse en función del análisis de suelos y deben complementarse con el análisis foliar. Las dosis normalmente utilizadas en los cultivos varían entre 20 y 40 kg ha⁻¹.

Con este adecuado suministro de nutrimentos a través de la fertilización, se puede obtener el máximo rendimiento, no obstante no hay que olvidar que por sí sola esta práctica no es garantía de una cosecha abundante, por lo que para que sea una garantía se debe de conducir a la nutrición del cultivo de manera integrada con los demás factores que regulan la producción.

Por lo expuesto anteriormente, se propuso la presente investigación en la que buscó validar la respuesta de la fertilización a base de azufre, utilizando dosis más altas a las que tradicionalmente vienen siendo utilizadas.

B. Objetivos

1. General

- Evaluar a nivel de campo el efecto de la aplicación de dosis crecientes de azufre (S) en el cultivo de banano.

2. Específico

- Evaluar los efectos de la fertilización con azufre en la nutrición y comportamiento agronómico del cultivo de banano.
- Seleccionar la mejor dosis del fertilizante que origine mayor crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Evaluar los efectos de la fertilización con azufre sobre los rendimientos en el banano.

C. Hipótesis

- El empleo de una fertilización balanceada incluyendo niveles de azufre en el cultivo de banano incrementan la cantidad y calidad de fruta exportable.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Fertilización del banano

La fertilización del banano juega un papel importante en el manejo del cultivo. Por medio de esta parte agronómica se logra una adecuada nutrición que contribuye a que el racimo (que es lo más importante) reúna las mejores características tanto en calidad como en peso (**López y Espinoza, 1995**).

El banano como cualquier otro cultivo requiere de 16 elementos químicos indispensables para su crecimiento y producción de la planta. De estos el N, P, K son los que las plantas necesitan en mayores cantidades, debido a que los suelos, pasan a ser deficientes en ellos, por las grandes extracciones que hace el cultivo (**López y Espinosa, 1995**).

La investigación en nutrición mineral y fertilización de banano ha sido amplia y efectiva. Esto ha permitido conocer las condiciones generales de respuesta del cultivo al manejo nutricional. Los trabajos de investigación en nutrición de muchos científicos han sido resumidos en varias publicaciones (**Champion, 1963; Freiberg, 1966; Twiford, 1967; Lahav, 1980; Mitra and Dhua, 1988; Fox, 1989**), pero la más popular en América Latina ha sido la revisión publicada por **Lahav y Turner (1992)**.

De la información resumida en estas publicaciones se puede observar que hasta inicios de 1970 la investigación en nutrición en banano era dedicada principalmente a evidenciar los síntomas de deficiencia de nutrientes y los problemas de desbalance. También se condujeron experimentos para documentar la respuesta a dosis de nutrientes en diferentes condiciones de suelos (**Lahav y Turner, 1992**).

Los esfuerzos por estandarizar la interpretación de los análisis foliares se iniciaron a fines de los años 60 y principios de los 70 (**Lahav y Turner, 1992**). Este esfuerzo era necesario para poder comparar los resultados de los análisis foliares y para poder manejar

la nutrición del cultivo con criterios universales. Bajo la coordinación de **Martín- Prével (1974, 1977)**, se logró desarrollar el método internacional de referencia para muestreo de experimentos de fertilizantes en banano. Este esfuerzo coordinado produjo el método de muestreo foliar y la tabla de contenidos foliares estándares que han sido ampliamente utilizados en el mundo bananero.

Estos estándares pueden cambiar ligeramente dependiendo de las condiciones ambientales. Sin embargo, han demostrado ser una buena herramienta de diagnóstico que ayuda en el manejo de la nutrición, particularmente si se toman en cuenta los síntomas visuales de deficiencias, las condiciones de suelo y la historia de fertilización del lote (**Lahav, 1992**). Por otro lado, se han conducido múltiples esfuerzos locales para ajustar los rangos de concentraciones estándares en diferentes condiciones ambientales, buscando llegar a una recomendación específica, para los diversos lugares donde se produce banano. En la mayoría de los casos estos esfuerzos han sido exitosos.

En América Latina, la investigación en nutrición continuó principalmente con el trabajo conducido por la Corporación Bananera Nacional de Costa Rica (CORBANA) que logró confirmar y aclarar los síntomas de deficiencia de nutrientes en banano y plátano en las condiciones en las cuales se cultiva la mayoría de estas frutas en la región (**López y Solís, 1992; Vargas y Solís, 1999; Vargas, 1999**).

Los estudios conducidos hasta fines de los años 70 hacían énfasis en la nutrición de la planta y no tenían mucha relación con el suelo, a pesar de que se habían conducido muchos experimentos buscando la respuesta a dosis de nutrientes en diferentes suelos. Al inicio de los años 80 se empiezan trabajos de investigación que relacionan el contenido de nutrientes en el suelo con la respuesta en rendimiento del cultivo (**José Espinoza y Francisco Mite**).

1. Fertilización con N

López y Espinoza (1995), reportan que una producción de 70 ton ha⁻¹ año⁻¹, puede fácilmente remover en las cosechas 400, 125 y 150 kg ha⁻¹ año⁻¹ de K, N, P, respectivamente.

Se considera al N como uno de los nutrientes de mayor importancia en el manejo de la nutrición del cultivo del banano. La cantidad de este nutrimento es considerablemente alta. El papel más importante del N en las plantas, es su participación en la estructura de las moléculas de las proteínas. Además, es importante en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es indispensable para la formación de la molécula de la clorofila. También es componente de vitaminas que tienen una importancia extraordinaria para el crecimiento de la planta (**Devlin, 1982**).

Thompson y Troeh (1982), mencionan que la mayor parte de los compuestos orgánicos contienen N, entre los compuestos nitrogenados se encuentran los aminoácidos, los ácidos nucleídos, numerosas enzimas y materiales transportadores de energía como la clorofila, **ADP** (adenosín difosfato), **ATP** (adenosín trifosfato). Las plantas no pueden desarrollar sus procesos vitales si carecen de N para construir esos compuestos esenciales. Las plantas en crecimiento necesitan N para formar nuevas células.

La cantidad de N inorgánico disponible para las plantas (NH^{+4} NO^{-3}) depende principalmente de la cantidad de N aplicado como fertilizante y del N mineralizado de la materia orgánica. El N presente en el suelo cambia de una forma a otra por medio de procesos que ocurren rápidamente. Esto permite que el N pueda ser asimilado por la planta pero también eleva el potencial de pérdida de N del suelo (**Tisdale et al., 1993**)

a. Síntomas de deficiencia de N

Un síntoma de deficiencia por la falta de N en el cultivo de banano es de las hojas, debido a la disminución de la clorofila, en contraste con una planta bien nutrida, la cual presenta un color verde intenso. El amarillamiento se inicia primero en las hojas viejas,

pero a medida que la deficiencia se intensifica, se presenta en las hojas más jóvenes, los peciolo de las hojas más afectadas, presentan una coloración rosada, síntoma típico de la falta de N en las plantas de banano (Martín-Prével e INPOFOS) citados por **López y Espinoza, 1995**).

Otro efecto muy marcado de deficiencia de N en el cultivo de banano es el fuerte retraso en el crecimiento y desarrollo de la planta. La tasa de producción de hojas, así como la distancia entre estas se reduce apreciablemente y salen de un mismo plano, lo que le confiere a la planta la apariencia de “roseta”. La altura de planta y longitud de las hojas también se reducen considerablemente (Prével y Murray) citados por **López y Espinoza, 1995**).

Según **Soto (2008)**, la deficiencia de N produce reducción de tamaño de la hoja, clorosis, peciolo cortos y delgados además de achaparramiento de la planta, estrangulamiento y escasa producción de hijuelos.

Según **Ignatieff y Page (1962)**, la insuficiencia de N ocasiona por lo general la pérdida de vigor de la planta, hojas más pequeñas, la coloración verde pálida o verde amarillenta que cobran las hojas, y el palidecimiento y marchitez de las hojas inferiores y más viejas en las plantas.

Jacob y Uexkull (1964), indican que la deficiencia de N ejerce un marcado efecto sobre los rendimientos de la planta. Las plantas permanecen pequeñas y se tornan rápidamente cloróticas, dado que no existe suficiente N para la realización de la síntesis proteica y clorofílica. A causa de la deficiencia clorofílica la planta sufre una inhibición de su capacidad de asimilación y de formación de carbohidratos. Tal hecho conduce a una deficiente y prematura formación floral y fructificación, por lo cual el periodo vegetativo resulta acortado.

Thompson y Troeh (1982), mencionan que cuando el suministro de N es insuficiente, las plantas crecen despacio, en comparación de plantas sanas, presentan un aspecto ahilado,

raquítico y pálido. La deficiencia limita la producción de proteína y otros materiales esenciales para la generación de nuevas células. El color verde pálido de las plantas proviene de la reducción de la clorofila, indispensable para la producción de glúcidos. La palidez suele ser pronunciada en las hojas viejas y especialmente a lo largo de las nervaduras, como no es reemplazada, la clorofila, al descomponerse, va desapareciendo de esas áreas. A lo largo de las nervaduras y en ápice de las hojas viejas, se inicia un color pardo amarillento que progresa hacia el interior de la hoja. Esto se debe a que parte del N de esas áreas es traslocado a regiones de la planta todavía en crecimiento.

b. Investigación sobre nutrición con N

Herrera (1990), basado en trabajos de campo, indica que la dosis óptima de N que se debe utilizar en fichas bananeras, ubicadas al Oeste del río Reventazón de la zona atlántica de Costa Rica, está alrededor de $320 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; dosis con lo que se alcanza un rendimiento máximo de 2867 cajas de fruta $\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

En cambio, **Bayona y Rosero (1991)**, reportan que en la región bananera de Úraba (Colombia), que tiene condición tropical con 30° C , 85% de humedad relativa, 5 horas de brillo solar diario y 3000 mm. de lluvias al año, se necesita aplicar N, K en cantidades de 26.2 y 65 gplanta^{-1} con ciclos de 9 y 6 por año para alcanzar los mejores rendimientos, esto en banano Cavendish.

Estos mismos autores antes mencionados, estiman que se tuvo el mejor peso de racimo con 448 kg de K_2O , aplicados 6 veces al año, utilizando como fuente el cloruro de potasio.

Por su parte, **Pandit y et al., (1992)**, realizaron experimentos de fertilización con N, P, y K de la India, utilizando como fuente sulfato de amonio en dosis de 200, 300 y 400; superfosfato simple con 150, 300 y 450; cloruro de potasio con 150, 200 y 250 gplanta^{-1} , en comparación con un control sin fertilización, reportando que rendimientos de 26,6 a 35 ton ha^{-1} , fueron obtenidos utilizando N en cantidades de 400 gplanta^{-1} .

También en Costa Rica, **López (1992)**, expresa que el banano respondió a dosis altas de N pero destaca que el aumento de la dosis de N produce una disminución de pH del suelo, aumentando la acidez extractable y los contenidos de Mn soluble. Además, estiman que en los análisis foliares se observa un aumento del contenido N y K al aumentar la dosis de estos nutrientes.

Hazarika y Mohan (1992), realizaron trabajos en la India, investigando diferentes dosis de N: 0 (control), 40, 80, 120, 160, y 200 gplanta⁻¹ fraccionado en 2 o 3 aplicaciones con dosis de 17 g de P y 260 g de K, aplicados uniformemente.

Estos autores obtuvieron como resultados que el análisis foliar realizado sobre el tejido del centro de la hoja III, vario de la siguiente manera: El contenido de N en la hoja aumentó de 13.4 kg a 20.9 kg cuando la dosis de N varió de 40 a 160 gplanta⁻¹.

2. Fertilización con P

Muray y Provél (1958), mencionan que las necesidades del P en el banano son relativamente débiles pero sin embargo precisa asegurarlas, al parecer el elemento interviene en la resistencia fisiológica a los parásitos y en la robustez de los pedicelos, pocas veces es deficiente en los métodos clásicos de análisis sólo revelan trazas.

Espinoza (1994), manifiesta que los niveles muy altos de N foliar pueden provocar reducción de los niveles de P en las hojas y el bajo contenido de P generalmente se presentan en suelos ácidos. La corrección de este elemento en plantaciones establecidas se la realiza con dosis de 103 Kg ha⁻¹ año⁻¹ dividida en 2 ciclos con 51 Kg ciclo⁻¹.

Fernández (1995), recomienda que para suplir cualquier deficiencia de este elemento en el suelo, se sugiere hacer una aplicación anual en la forma de superfosfato triple, en unión de la primera aplicación de N y P.

a. Síntomas de deficiencia de P

López et al., (2001), manifiestan que la deficiencia de este elemento provoca una necrosis marginal en forma de sierra en las hojas adultas, se reduce el crecimiento de la planta madre y de los hijos; las hojas pueden también presentar una coloración verde intensa. La planta de banano no es muy exigente en P. Sin embargo, la deficiencia se observa en condiciones de suelos muy bajos

3. Fertilización con K

Lopez y Espinoza (2000), indican que el banano es la fruta por excelencia debido a sus inigualables características. Como pocas otras frutas, el banano permanece aséptico dentro de la corteza, la fruta tiene muy buen aroma, agradable sabor y alta digestibilidad. Además, el banano tiene un alto contenido de vitaminas y minerales, pero es particularmente conocido por su altísimo contenido de K (370 mg/100 g de pulpa) haciendo del consumo de esta fruta una forma muy agradable de satisfacer los requerimientos diarios de K en la dieta humana (2000 – 6000 mg K/día⁻¹).

Debido a su acumulación en la fruta y en el resto de la planta, el K es el nutriente más importante en la producción de banano. El K es el catión más abundante en las células de la planta de banano, aún cuando no forma parte de la estructura de la planta. Sin embargo, es fundamental porque cataliza importantes reacciones dentro de la planta como la respiración, la fotosíntesis, la formación de clorofila y la regulación del movimiento del agua. Es particularmente importante el papel del K en el transporte y acumulación de carbohidratos de la planta, ya que este proceso permite el llenado de la fruta y por ende la acumulación del rendimiento (**López y Espinoza, 1995**).

Las cantidades de K que la planta remueve del suelo y que salen del sistema exportadas en los racimos son sumamente altas. Se estima que solamente las pérdidas en las frutas pueden llegar alrededor de 400 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹ en una producción de 70 TOM. Por

esta razón, el banano requiere de una buena fertilización potásica, a pesar de que los niveles de K en el suelo sean altos. Las cantidades de K aplicadas en los diferentes países que cultivan banano varían de 100 a 1200 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹ (**Werner, s f.**)

Según **Thompson y Troeh (1982)**, el K interviene en la absorción de otros nutrientes y en desplazamiento de los mismos dentro de la planta, por ejemplo, K⁺ y NO₃ pueden desplazarse juntos. La presencia del K y otros iones en solución ayuda a mantener la concentración osmótica necesaria para mantener la turgencia celular.

b. Síntomas de deficiencia de K

La deficiencia de K es común en suelos pobres dedicados al cultivo del banano, pero es difícil encontrar síntomas típicos de la deficiencia de este nutrimento en suelos fértiles. La deficiencia ha sido descrita, entre otros lugares, en suelos pobres de Camerún (Hasselo), Jamaica (Tai) y Honduras (Bhangoo *et al.*) citados por **López y Espinoza (1995)**.

En Ecuador, la mayoría de los suelos de la zona norte dedicados al cultivo de banano tienen contenidos adecuados de este nutriente. Sin embargo, las altas cantidades de K que consume el banano, hacen que el nutriente sea considerado en los planes de fertilización de la mayoría de bananeras del país.

Jacob y Uexkull (1964), comentan que la deficiencia potásica, se manifiesta primeramente a través de un amarillento de los ápices y márgenes foliares adultos, con la agudez de ella se propaga el amarillento hacia la base de la hoja.

En Costa Rica y Ecuador **López y Espinoza (1998)**, mencionan los clásicos síntomas de deficiencia de K en banano como se describe a continuación: clorosis de las hojas, el síntoma más característico es el amarillento de las puntas de las hojas viejas, a medida que la planta crece la hoja se curva hacia dentro y luego muere, existe deformación del

racimo, y estos son pequeños, delgados y deformes debido al mal llenado de la fruta, también es común que las plantas de banano deficientes en K presenten un crecimiento lento y que tome una apariencia “achaparrada”, esto se debe al marcado acortamiento en los entrenudos, esta obstrucción foliar se conoce como “arrepollamiento”.

c. Investigación sobre nutrición con K

La planta de banano absorbe poco K durante los dos primeros meses de la plantación, luego sus necesidades aumentan rápidamente en fuertes proporciones 4 o 5 meses después, y las cantidades absorbidas aumentan 20 veces. En forma general, la absorción parece detenerse o disminuir mucho después de la floración y el racimo se llena en su mayor parte a expensas del K acumulado en los órganos vegetativos (Montagut y Martin Prével, citados por **Soto (1990)**).

Por su parte, **Machado (1953)**, estudió la dinámica de la asimilación de los nutrientes y observó que la mayor parte de absorción del K (84%) tiene lugar durante el periodo de la formación del fruto, entre el 12° y 14° mes de su desarrollo.

Rodríguez, s f citado por **Soto (1990)**, expresa que en ensayos de campo conducidos en Changuinola, Panamá, con el clon “Gran enano” con niveles de 0, 450 y 900 kg de K_2O ha^{-1} $año^{-1}$ como Sulfato de potasio, encontró que las aplicaciones mayores de 450 kg tuvieron un efecto muy pronunciado sobre el crecimiento de la planta, con aumento de circunferencia de pseudotallo, número de manos por racimo, largo de los dedos, números de racimos cosechados, pesos promedios de los racimos y cosecha en general.

Se estima que solamente las extracciones en la fruta pueden llegar a ser alrededor de 400 kg de K_2O ha^{-1} $año^{-1}$ en una producción de 70 (toneladas). Por esta razón, el banano requiere de una buena fertilización potásica, a pesar de que los niveles en el suelo sean adecuados. Las cantidades de K aplicadas en los diferentes países que cultivan banano varían 100 a 1200 kg de K_2O ha^{-1} $año^{-1}$ (**López y Espinoza, 1995**).

En Costa Rica, varios investigadores han estudiado la respuesta del banano a diferentes fuentes y dosis de K en diferentes experimentos de campo. Todo este trabajo ha definido las recomendaciones de aplicación de K utilizadas hoy en Costa Rica y en muchos de los países productores de banano de Centro y Sur América. Los suelos utilizados en estos estudios fueron Andisoles (volcánicos), caracterizados por su baja fertilidad.

Las dos fuentes de K utilizadas demostraron, en todos los años, que la mejor respuesta económica se consigue con dosis de K que varían entre 600 y 675 kg de K_2O ha^{-1} $año^{-1}$, aún en suelos con relativo alto contenido de K como se observa en la Tabla 2. Obviamente, esto se debe al alto requerimiento de K por parte del banano y a la gran remoción del nutriente en la fruta que sale del campo. Con estas dosis de aplicación, el contenido foliar de K sobrepasa el 3.6%, concentración apropiada para el normal desarrollo de la planta. No se recomiendan dosis mayores de K para evitar la presencia de deficiencias inducidas.

Desde el punto de vista económico, es mejor utilizar cloruro de potasio (KCl) que es de hecho la fuente de K de más amplio uso en el cultivo del banano. Ocasionalmente, surge preocupación por el alto contenido de cloro (Cl) (47%) en esta fuente de K. El banano no es sensitivo al Cl, hecho que se ha demostrado con extensa investigación conducida en Costa Rica. Altos niveles de Cl en las hojas, debido al uso de dosis superiores a 1000 kg de K_2O ha^{-1} , no tienen efectos negativos en el rendimiento o calidad de la fruta. La principal ventaja de utilizar esta fuente de K es su bajo costo por unidad de nutriente.

4. Fertilización con azufre (S)

El azufre (S) es otro elemento importante en la nutrición del cultivo de banano. En los últimos años, este nutrimento ha tomado relevancia en los programas de fertilización ya que son cada vez más frecuentes los reportes de deficiencias de S en las áreas bananeras.

Las necesidades de este nutrimento son muy similares a los requerimientos de P. Una producción de 70 ton. remueve alrededor de 14 kg de S ha^{-1} $año^{-1}$. A pesar de que la extracción no es muy alta, el suplemento de S por parte del suelo no es el adecuado en

muchos suelos dedicados al cultivo de banano. Por esta razón, se recomienda utilizar este nutrimento con regularidad en los programas de fertilización.

En algunos lugares se utilizan cantidades altas de S. En las Islas de Barlovento se han aplicado hasta 127 kg de S ha⁻¹ para el establecimiento del cultivo (**Walmsley y Twyford, 1976**). En Camerún, se han realizado hasta dos aplicaciones sucesivas de 1.27 ton ha⁻¹ de flor de azufre. Se recomienda el aporte de por lo menos 50 kg de S ha⁻¹ año⁻¹ (**Marchal, Martín- Prével y Melin, 1972**).

Los resultados de investigación en Costa Rica indican buena respuesta a la aplicación de S. **Arias (1984)**, en un trabajo realizado en una finca de la Zona Bananera al Oeste del río Reventazón, obtuvo una buena respuesta con la aplicación de 264 kg de S ha⁻¹ año⁻¹. La fuente de S utilizada en este caso fue sulfato de potasio.

Otro estudio realizado por **Flores (1991)** en la Zona Atlántica, con dosis crecientes de sulfato de potasio, encontró que dosis de 200 a 300 kg ha⁻¹ obtuvieron los mejores pesos de racimo. Aplicaciones hasta de 900 kg ha⁻¹ de sulfato no causaron detrimento en la producción.

a. El azufre en la planta

La función más importante del S en las plantas es su participación en la estructura de las proteínas, como integrante de los aminoácidos sulfurados cistina, cisteína y metionina. Su función también está ligada con vitaminas sulfuradas como la biotina, la tiamina y la coenzima A. El S es absorbido por la planta como anión sulfato (SO₄ 2-) (**Devlin, 1982**).

b. Síntomas de deficiencia de azufre

Los síntomas de deficiencia de S aparecen en las hojas jóvenes de la planta las cuales se tornan de color blanco amarillento. Si la deficiencia es muy fuerte, aparecen parches necróticos en los márgenes de las hojas y ocurre un ligero engrosamiento de las venas. Algunas veces cambia la morfología de la hoja y aparecen hojas sin lámina (**Charpentier y Martín-Prével, 1965; Marchal, Martín-Prével y Melin, 1972**). Conforme avanza la edad de la planta, los síntomas de deficiencia suelen desaparecer debido a que las raíces

de la planta tienen oportunidad de explorar horizontes subsuperficiales con mayor contenido de S.

En las zonas bananeras de América Latina es posible observar los síntomas característicos de la deficiencia de S en plantaciones nuevas, sobretodo en áreas con suelos de textura liviana y donde no existe un buen programa de aplicación del nutrimento.

c. El azufre en el suelo

El S está presente en el suelo en formas orgánicas e inorgánicas aun cuando el mayor porcentaje se encuentra en forma orgánica. La principal forma inorgánica es el anión sulfato (SO_4^{2-}) que proviene de la mineralización de la materia orgánica y del aporte de los fertilizantes. Es por esta razón que son más comunes las deficiencias de S en suelos de textura gruesa con contenidos bajos de materia orgánica.

Se ha encontrado que los suelos de origen volcánico (Andisoles) poseen la capacidad de adsorber (fijar) cantidades considerables de S. Esta capacidad aumenta al disminuir el pH del suelo. Se estima que la retención de S en estos suelos es por lo menos diez veces más fuerte que la retención de los aniones NO_3^- y Cl^- (Bornemisza, 1990). Se pueden encontrar áreas sembradas con banano en este tipo de suelos en varios países en América Latina. En Costa Rica estas áreas se localizan en la zona bananera al Oeste del Río Reventazón (**López y Solís, 1992a**).

Otro aspecto interesante de la disponibilidad de S es su movimiento en el suelo. Las lluvias intensas o los riegos excesivos acumulan agua que se percola en el suelo arrastrando cationes como K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} .

Estos cationes deben ser acompañados por aniones, siendo el SO_4^{2-} un anión acompañante de importancia.

Este fenómeno explica la rápida eliminación del S del suelo en regiones de alta precipitación (**Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1988**).

d. Ciclo del azufre

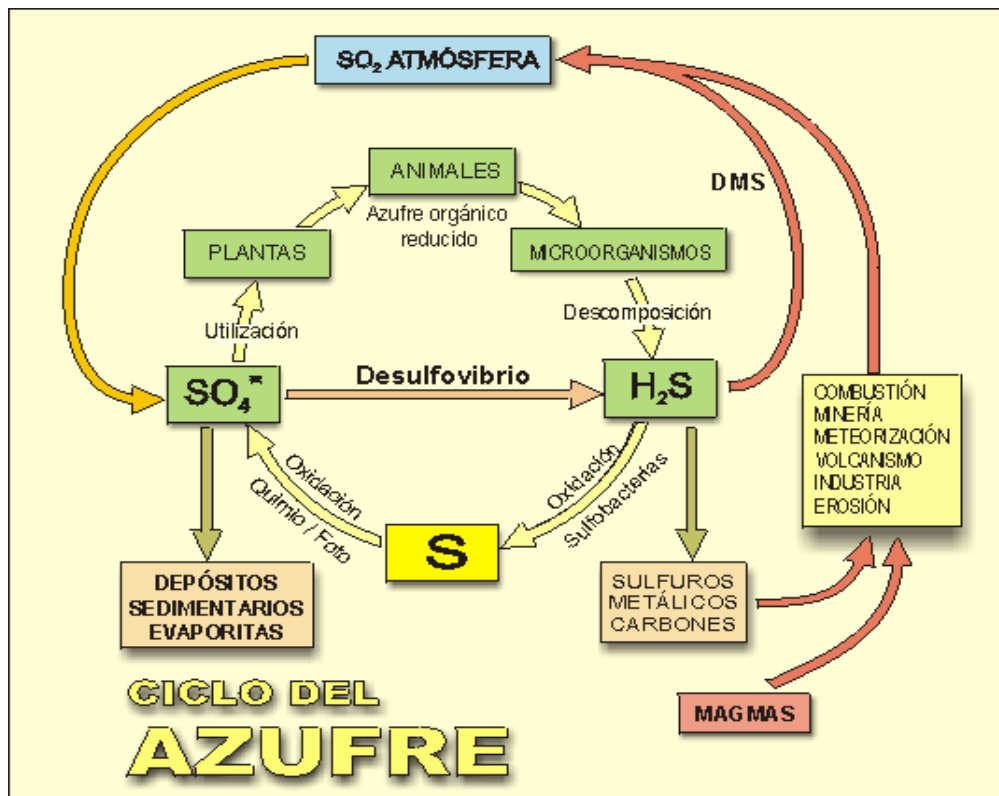


Figura 1. Ciclo del Azufre.

Fuente: <http://www.Profesorenlinea.com>).

El ciclo del azufre comienza con las etapas inorgánicas sencillas y terminan en los compuestos orgánicos complejos, volviendo al punto de partida. En el intervienen reacciones de oxidación, reducción, síntesis y descomposición de las proteínas que contienen azufre.

Las condiciones edáficas que favorecen la secuencia de estos procesos son prácticamente las mismas que hacen posibles la amonificación y la nitrificación. Es decir, presencia de materia orgánica, buena aeración, de suelo en que crecen así como a la cantidad de biomasa acumulada por las temperaturas adecuadas y dotación de agua a un máximo de 50% de saturación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización

La presente investigación se realizó en la Hacienda “ San José ” ubicada en el Km. 10 de la vía Babahoyo – Mata de cacao, Provincia de Los Ríos, situada entre las coordenadas 01° 54´ latitud Sur y 75° 30´ de longitud Oeste de 21 m.s.n.m.

B. Características Climáticas

El clima en la zona es tipo tropical húmedo, con una textura del suelo franco arcillosa, temperatura media anual de 25.0°C, precipitación promedio anual de 2286.6 mm, humedad relativa media de 84%, heliofanía 894.0 horas promedio anual.

C. Material Genético

Como material genético se utilizó el banano meristemático de la Variedad Williams

D. Historia del Lote

Se debe de indicar que el lote experimental anteriormente ha sido sembrado permanentemente con arroz, este se acondicionó para iniciar la siembra.

E. Tratamientos

Se estudiaron cinco niveles de fertilización con una sola fuente de azufre :0, 50, 100, 150 y 200 Kg ha⁻¹.

F. Características del experimento

El en cuadro 1 se indican las superficies de siembra del experimento:

Cuadro 1

Especificación de siembra	Localidad
Área total de parcela	213.44 m ²
Distancia entre hileras	2.90 m
Distancia entre plantas	2.30 m
Plantas por parcelas	32
Plantas experimentales	12
Plantas bordes externos	20
Plantas ha ⁻¹ o k	1499 plantas

G. Análisis estadístico

1) Diseño experimental

En el experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones.

Todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y se aplicó la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidades, para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

2) Análisis de variancia (DBCA)

Cuadro 2

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t – 1	4
Repeticiones	r – 1	2
Error	r x t	8
Total	rt – 1	14

H. Análisis de suelos y hojas

1. Análisis de Suelos

Al inicio se hizo un muestreo de suelos, con el propósito de conocer la fertilidad inicial. El muestreo se realizó a dos profundidades: de 0 – 20 cm y de 0 – 40 cm. Después de cuatro meses de la siembra se realizó un nuevo muestreo en cada uno de los tratamientos estudiados. Luego se efectuó un muestreo a la floración del cultivo, de esta forma se pudo monitorear su estado de fertilidad a través del tiempo.

Las muestras fueron sometidas a un análisis químico en donde se determinó: N, P, B por colorimetría; S por turbidimetría; K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn por absorción atómica, (el extractante utilizado para B y S fue una solución de fosfato de calcio monobásico y para N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn el extractante fue una solución de Olsen modificado); Capacidad de intercambio Catiónico (CIC) usando acetato de amonio ya que el suelo presento $\text{pH} > 5,5$; Materia Orgánica (M.O.) por el método de titulación Walkey – Black; Saturación de bases (SB), según las metodologías utilizadas en el laboratorio de rutina del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

2. Análisis Foliar

El muestreo se realizó cuando las plantas emitieron el racimo (plantas recién paridas), Se utilizaron 5 plantas de cada unidad experimental y se tomaron muestras de las secciones centrales de la hoja 3, cercanas a la nervadura central, de 10 cm de longitud.

Como se propuso a analizar el nutrimento en forma total o asimilada, la muestra se sometió a mineralización aproximadamente 0,5g de tejido en un matraz Erlenmeyer de 50 mL, recibiendo enseguida una mezcla nítrica-perclórica relación (4:1), HNO_3 (8mL) y HClO_4 (2mL), una hora después se

colocó en una placa calentadora a 180 °C, por aproximadamente 90 minutos, hasta la digestión total. La digestión estuvo completa con el apareamiento de humo blanco y la formación de un líquido incoloro. El extracto fue filtrado y llevado a un volumen de 25 mL con agua destilada. La muestra obtenida fue almacenada en un recipiente plástico identificado y conservado en refrigeración hasta la cuantificación.

I. Datos registrados

1. **Crecimiento:** Cada dos meses en las cuatro plantas útiles centrales por unidad experimental medirán las siguientes variables:

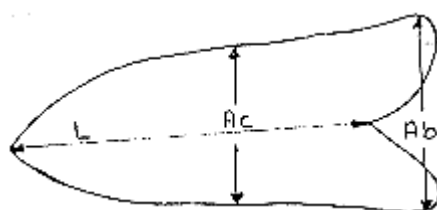
1.1. Altura de la planta

Este dato se registró a la etapa de **floración**. Se consideró como tal la medición desde la base del pseudotallo visible hasta la punta de la hoja nueva completamente abierta.

1.2. Área foliar

Al momento de la cosecha se calculó el área foliar con el método propuesto por **Simón y Leal (1990)**, el cual se basa en la realización de 3 sencillas mediciones, además se seleccionó la tercera hoja superior como representativa de cada planta.

Figura 1. Mediciones requeridas para la determinación del área foliar.



Dónde:

L: largo máximo desde el ápice a la base de la lámina foliar.

Ac: ancho central, del margen izquierdo al margen derecho.

Ab: ancho basal, de la terminación de la nervadura secundaria del lado izquierdo a la terminación de la nervadura secundaria del lado derecho.

1.3. Circunferencia del pseudotallo

Este parámetro se registró en la etapa de floración de las plantas. A una altura de 50 cm desde la superficie del suelo, con una cinta métrica, se midió el diámetro del pseudotallo.

2. Rendimiento: Se evaluó la producción de las 12 plantas centrales de cada unidad experimental, donde se determinó: Porcentaje de merma, Peso del Racimo; Ratio y Producción de cajas ha⁻¹.

2.1. Peso total del racimo

Se consideró el peso total del racimo, incluyendo las manos útiles y el raquis.

2.2. Número de manos útiles

Se contabilizó las manos aprovechables o útiles en el momento del proceso de saneo o formación de “clusters”. Se rechazó aquellas manos que se presentaban enfermas, con daños por plagas, grado no deseado de madurez y problemas por manipulación del racimo (estropeo).

2.3. Número de dedos por mano

Se contabilizó el número de los dedos útiles que contenían cada mano. El número total de dedos se dividió para el número de manos totales para obtener la relación dedos por mano.

2.4. Longitud de dedos

Para la obtención de este dato, con una cinta métrica se midió la longitud de los dedos centrales de la segunda mano colocados en la parte superior del racimo.

2.5. Peso de raquis

Una vez separadas las manos del raquis se procedió a registrar el peso del mismo, empleando una balanza de campo.

2.6. Diámetro del dedo o grado madurez

La fruta se cosechó cuando la última mano de la parte inferior de racimo había alcanzado el grado de calibración mínimo para la exportación que es 39. Para este efecto se midió el grado del calibre del dedo exterior central de la segunda mano de la parte superior del racimo cosechado. Esto se hizo con un calibrador de reloj marca PAT PENDING.

2.7. Número de cajas exportables $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$

Se determinó el número de cajas obtenidas en cada tratamiento, tomando en cuenta el promedio del peso útil del racimo multiplicado por la densidad.

2.8. Merma

Se dividió el número total de cajas para el número total de racimos necesarios para elaborarlas.

2.9. Peso húmedo y seco de la fruta

Se tomó una muestra de un kilo de fruta, se cortó en rodajas y se lo pesó. Para la obtención de peso seco se procedió a realizar un lavado previo con una solución preparada con ácido clorhídrico para eliminar sustancias como polvo e insectos, luego con agua de la llave para eliminar restos de la solución antes utilizada y finalmente se lavó con agua destilada a fin de que la muestra quede lista para ser llevada a una estufa durante un periodo de 72 horas a una temperatura de 70°C o hasta que el peso seco fue constante.

$$\text{Porcentaje de materia seca} = \frac{P H - P S}{P S} * 100$$

J. Manejo del experimento.

El manejo del lote experimental desde su establecimiento consideró controles de maleza, controles fitosanitarios y de Sigatoka negra y otras labores que demandó el cultivo se lo realizó utilizando la metodología tradicional que aplica el productor en la plantación.

Durante los primeros siete meses, los fertilizantes se aplicaron quincenalmente frente al hijo de sucesión. Obviamente en lo posterior, la recomendación de fertilización podría cambiar, ya que se realizará con base en los valores del análisis de suelo.

1. Siembra.

La siembra se ejecutó el 13 de octubre del 2009. La disposición de las parcelas son las que se indica en el croquis de campo. Para cumplir con este propósito se hicieron hoyos a 40cm de profundidad por 40cm de largo y ancho, los mismos que fueron desinfectados con Furadán 10g a razón de 15 / hoyo. Como material de siembra se utilizó plantas in vitro del clon de banano comercial “Williams”, perteneciente al subgrupo Cavendish. La distancia de siembra utilizada fue de 2, 90m x 2, 30m.

2. Fertilización.

Se utilizó una fertilización básica en función de los análisis de suelos, esto con el propósito de uniformizar y balancear la fertilización general del lote experimental. A los 30 días después de la siembra, se realizó la primera aplicación de N, P y K, luego se continuó aplicando durante todo el ciclo del cultivo hasta completar la dosis total. A los 29 días del mes de octubre del 2010, se aplicó el S tal y como se indicó en la descripción de los tratamientos.

Para cubrir otras deficiencias nutricionales, se hicieron correcciones aplicando en el hoyo al momento de la siembra 60g/planta de Superfosfato triple más 60g/planta de sulfato de calcio.

3. Control de malezas

Estos se realizaron de forma manual para la elaboración de coronas y con la implementación de la moto guadaña para la deshierba total de las parcelas.

4. Controles fitosanitarios

Para el combate aéreo de enfermedades, en especial para la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* se utilizará a la programación de la hacienda. Para esto se utilizaron fungicidas sistémicos como Tilt y Benlate, en dosis de 0,4 L ha⁻¹ y 0,5 kg ha⁻¹, alternados con los fungicidas de contacto. Calixin y Dithane M-45 en dosis de 6 L ha⁻¹ y 2,5 ha⁻¹ respectivamente.

5. Cosecha

Esta labor fue realizada cuando los frutos alcanzaron la edad promedio de 11 a 13 semanas. Esto fue cuando en la última mano presentó una calibración de 39 y 40 grado dependiendo el tipo de cajas y mercado a exportarse. Se siguió la modalidad que se utiliza en las bananeras del país.

IV. RESULTADOS

1. Fertilización con S

Los resultados que se presentan corresponden al obtenido en el primer año de desarrollo de la planta y es decir el Ro de rendimiento.

La altura de planta y circunferencia de pseudotallo fueron algo diferentes. Es decir que las dosificaciones 50, 100 y 150 kg ha⁻¹ de S aplicados causaron un efecto distinto a la dosificación de 200 kg ha⁻¹, aunque no variaron estadísticamente (Cuadro 1). En la Figura 1, se presenta la altura de planta (cm) obtenidos en cada tratamiento durante el desarrollo del primer ciclo de producción (R0). Se observa que el tratamiento donde se aplicó 150 kg ha⁻¹ de azufre muestra un aumento considerable en el desarrollo (altura de planta) en donde se alcanzan los 254,6 cm en relación a los demás tratamientos ya que cuando se omite este nutriente se alcanza los 249,7 cm.

Así mismo, se observa que las dosis de 200 kg ha⁻¹ provocan un efecto de disminución en la altura del material vegetativo, posiblemente debido a que con esta se está excediendo sus límites permitidos.

Cuadro 1. Algunos parámetros agronómicos del banano, influenciado por los niveles de azufre. Hda San José, Los Ríos, 2010

Niveles de S kg ha ⁻¹	Altura de planta cm	Diámetro de pseudotallo cm	Área foliar m ²
0	249,7 a *	63,24 a	18,10 a
50	250,9 a	65,82 a	18,35 a
100	253,5 a	65,46 a	18,46 a
150	254,6 a	66,40 a	18,65 a
200	254,0 a	65,93 a	18,57 a

* Las letras iguales no variaron significativamente

En lo que respecta a área foliar el mayor promedio se consiguió con la dosis de 150 kg ha⁻¹ como se indica en la Figura 2 donde se obtuvo 18,65 cm, que fue superior a las demás dosis; más con las dosis de 0 kg ha⁻¹ de azufre se consiguió 18,1 cm siendo la diferencia de 0,55 cm entre estos dos tratamientos, pero al igual que la variable anterior los resultados estudiados en esta variable tampoco variaron estadísticamente.

En la figura 2, Se observa que en las dosis de 200 kg ha⁻¹ a base de azufre provoca un efecto contrario al incremento producido en los demás tratamientos.

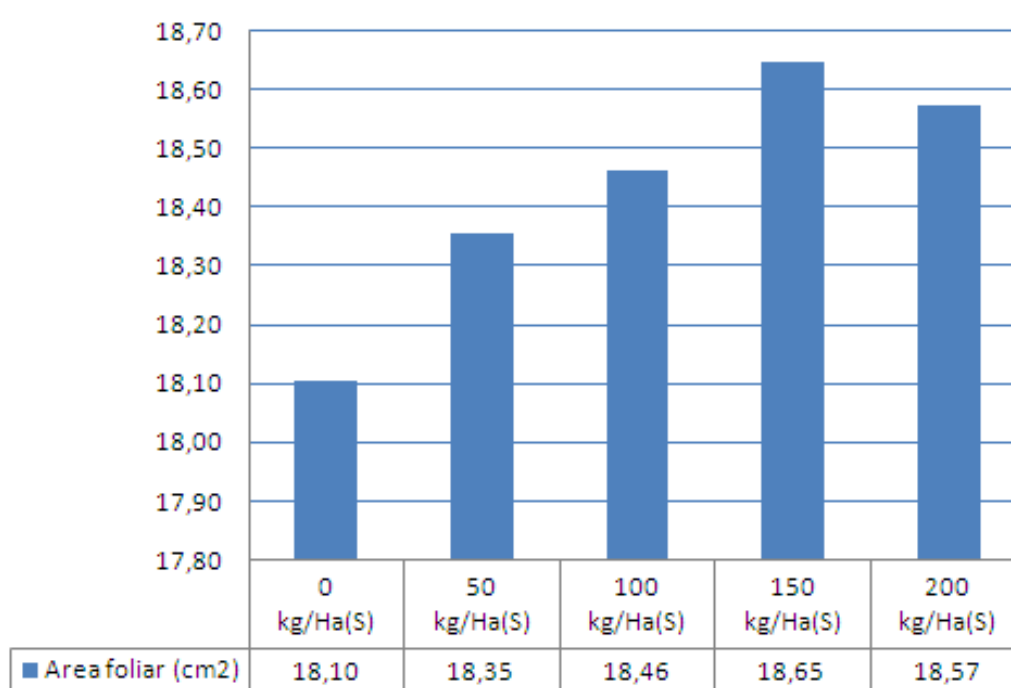


Figura 2. Efecto de cinco dosis de S sobre el área foliar del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

En la Figura 3., se observa que el diámetro de tallo refleja un efecto positivo con la aplicación de las dosis de 50, 150 y 200 kg ha⁻¹ de azufre, donde se logró tener mayor grosor de tallo con 65,8; 66,4 y 65,9 cm, respectivamente, si se comparan con el tratamiento testigo en donde se omite el azufre se obtuvo 63,2 ósea 3,2 cm menos.

Aunque se nota un comportamiento distinto en la dosificación de 100 kg ha⁻¹, en donde el incremento esperado no ocurre, pero a dosificaciones más altas si tal es el caso de 200 kg ha⁻¹.

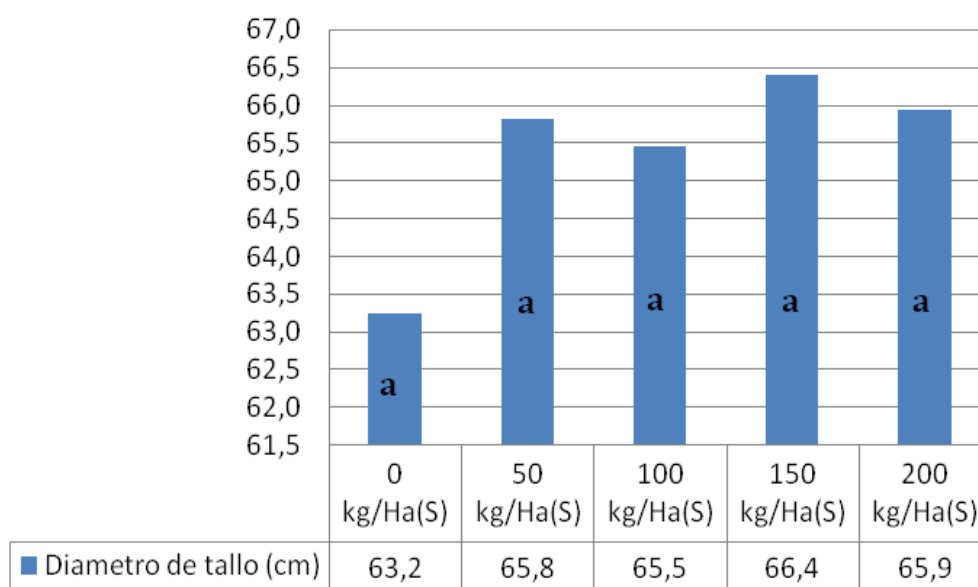


Figura 3. Efecto de cinco dosis de S sobre el diámetro de tallo del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

En igual forma, otros parámetros de producción (Cuadro 2) como peso neto del racimo, número de manos por racimo, numero de dedos totales, longitud de dedos y diámetro de dedos, no variaron estadísticamente por efecto de los niveles de S estudiados. La dosis de 200 kg ha⁻¹, también tendió a reducir la magnitud de dichos parámetros.

Cuadro 2. Algunos parámetros de producción del banano, influenciado por los niveles de azufre Hda San José, Los Ríos, 2010

Niveles de S	Caja kg/ha	Peso neto racimo kg	No. Manos	No dedos	Longitud de dedo cm	Diámetro de dedo °	Ratio	Merma
0 kg/ha	1151,23 a*	19,95 a	6,17 a	100,80 a	18,52 a	45,35 a	0,77 a	14,36 a
50 kg/ha	1378,73 ab	22,58 ab	6,42 a	102,58 a	18,61 a	45,40 a	0,92 a	11,66 a
100 kg/ha	1391,97 ab	23,29 ab	6,38 a	101,64 a	18,84 a	45,41 a	0,93 a	13,00 a
150 kg/ha	1506,36 b	25,07 b	6,46 a	103,95 a	18,80 a	45,71 a	1,00 a	12,72 a
200 kg/ha	1345,56 ab	22,32 ab	6,48 a	103,49 a	18,74 a	45,65 a	0,90 a	12,83 a

*** Las letras iguales no variaron estadísticamente**

En la Figura 4 se puede apreciar que el mayor número de manos se ve influenciado por el efecto de la fertilización con S en las dosis más altas (150 y 200 kg ha⁻¹ de S). Sin embargo en el tratamiento que se omite la dosis de S se obtiene un efecto mínimo al incremento en esta variable donde se registra un promedio de 6,17.

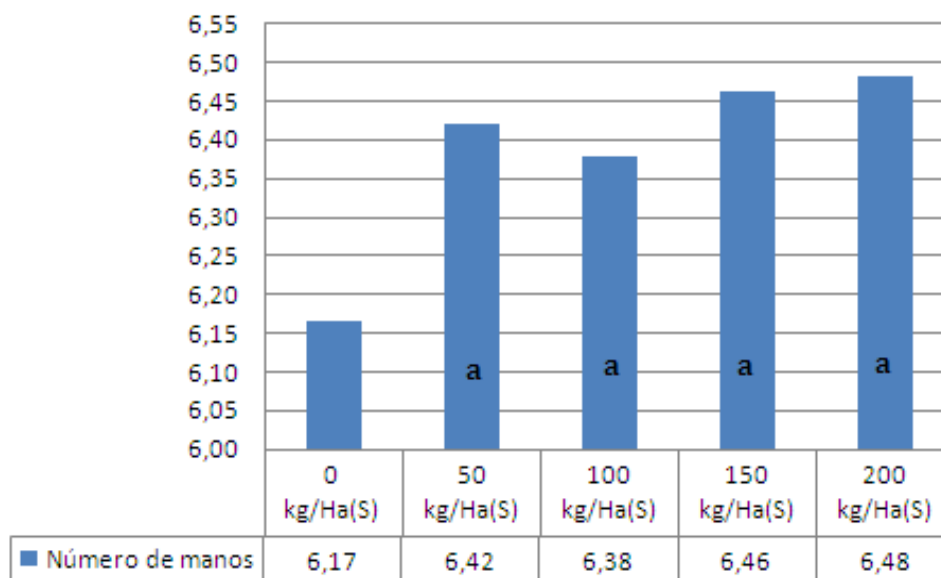


Figura 4. Efecto de cinco dosis de S sobre el número de manos del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

En cuanto al número de dedos (Figura 5) la dosis de 150 kg ha⁻¹ presenta mayor número (104 dedos / racimo). Sin embargo los niveles de 50 kg ha⁻¹ y 200 kg ha⁻¹ ha de S también presentaron un promedio cercano a la dosis de 150 kg ha⁻¹ de S.

En la Figura 6 se observa el efecto de la fertilización a base de S en lo que respecta a la longitud de dedo, donde resalta el tratamiento de 100 kg ha⁻¹ en donde se obtuvo 18,84 cm que al compararse con el tratamiento de 0 S presenta los valores más bajos. Con las dosis más elevadas se observa un efecto de disminución de 100 a 150 kg ha⁻¹ y 150 a 200 kg ha⁻¹.

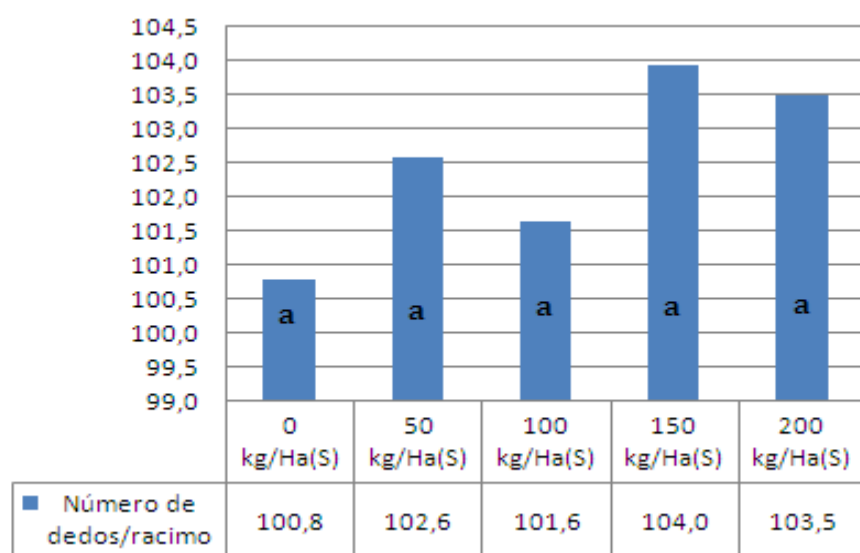


Figura 5. Efecto de cinco dosis de S sobre el número de dedos/racimo del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

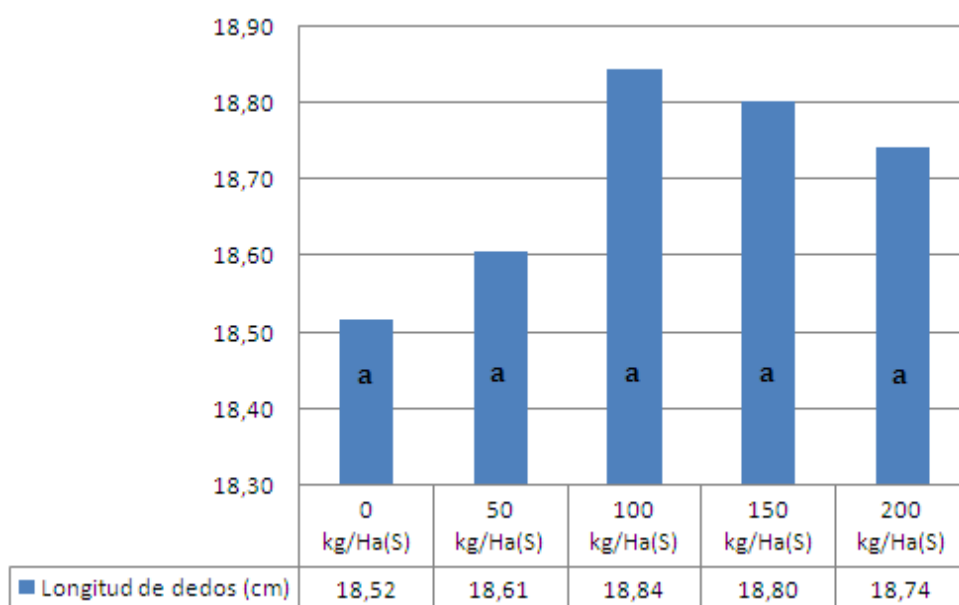


Figura 6. Efecto de cinco dosis de S sobre longitud de dedos del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

Según lo observado en la Figura 7 el mayor diámetro de dedo 45,71 cm se da en la dosis de 150 kg ha⁻¹ de S mientras que al incrementar de la dosis se observa que el diámetro disminuye lo que demuestra que no sería necesario usar dosis más altas. Los menores promedios recaen con las dosificaciones de 100, 50 y 0 kg ha⁻¹ , respectivamente.

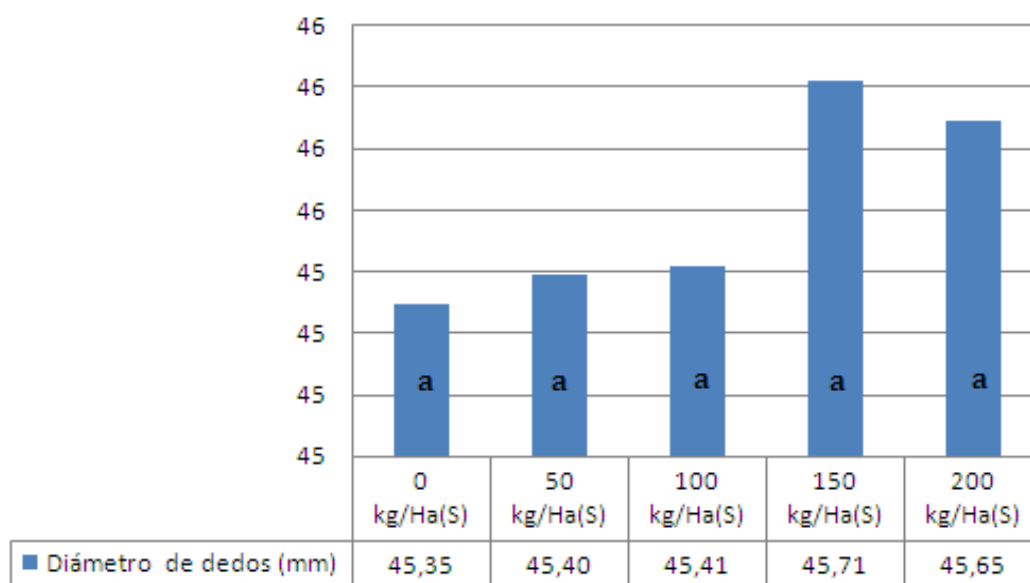


Figura 7. . Efecto de cinco dosis de S sobre el diámetro de dedos del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

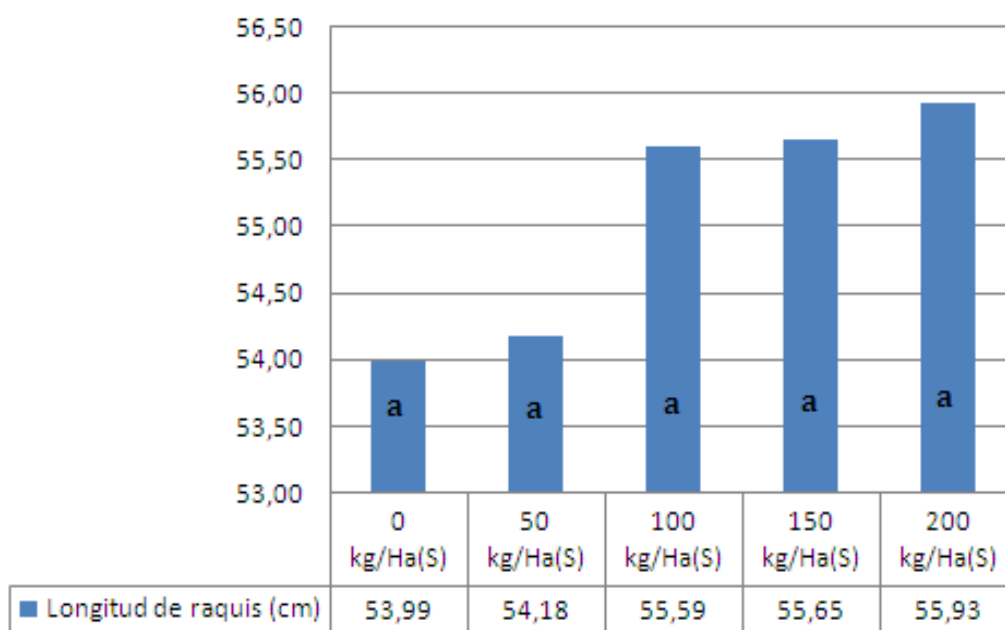


Figura 8. Efecto de cinco dosis de S sobre la longitud del raquis del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

En la variable longitud de raquis, (Figura 8) la dosis de 200 kg ha⁻¹ con 55,93 cm fue la que presenta mayor longitud aún así con la dosis de 100 y 150 kg ha⁻¹ se obtuvo una buena longitud de raquis, no obstante la baja longitud de raquis se dio en el nivel de 0 a 53,99 kg ha⁻¹.

El mayor peso de raquis (Figura 9), se obtuvo con la dosis de 150 kg ha⁻¹, con un promedio de 2,87 kg, así mismo se observó que a mayor dosis de S su peso disminuye a 2,68 kg con la dosis de 200 kg ha⁻¹ y el menor peso de raquis se obtuvo en la dosificación (0 kg ha⁻¹ de S) lo que demuestra que este elemento influye en cierto grado el comportamiento de esta variable.

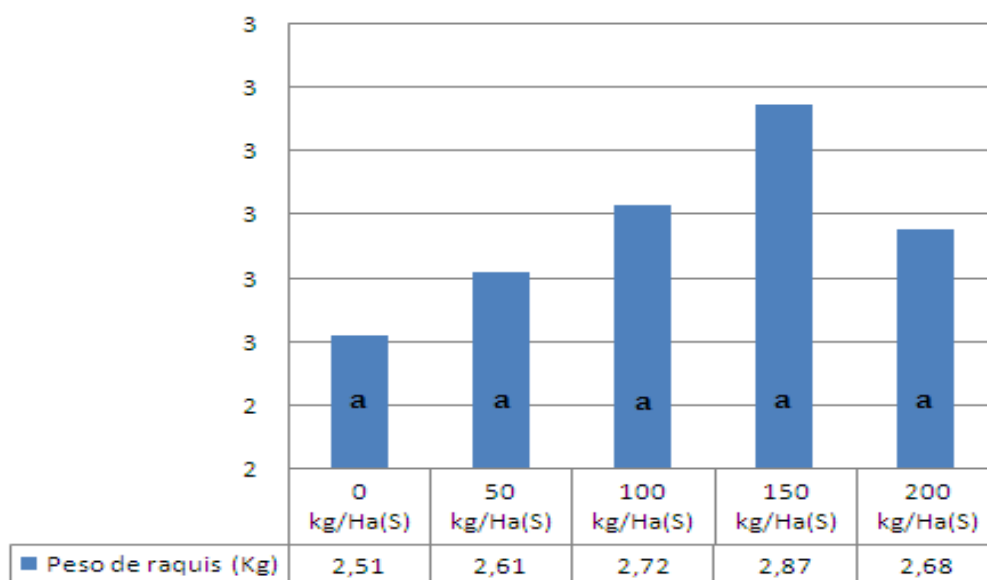


Figura 9. Efecto de cinco dosis de S sobre el peso del raquis del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

En la Figura 10 se indica que el ratio más alto reportado de esta primera cosecha recae en la dosis de 150 kg ha⁻¹ y el menor en la dosis de 0 kg ha⁻¹ con 0,77 pero se vuelve a observar que un exceso de la dosis de 200 kg ha⁻¹, causa un efecto negativo y el ratio decae en 0.90.

En lo que respecta a la merma de banano (Figura 11) se observa que cuando se omite el azufre la merma es superior de 14,36 kg. En cambio cuando se aplica azufre, esta merma disminuye no existiendo mucha variación entre las diferentes dosis.

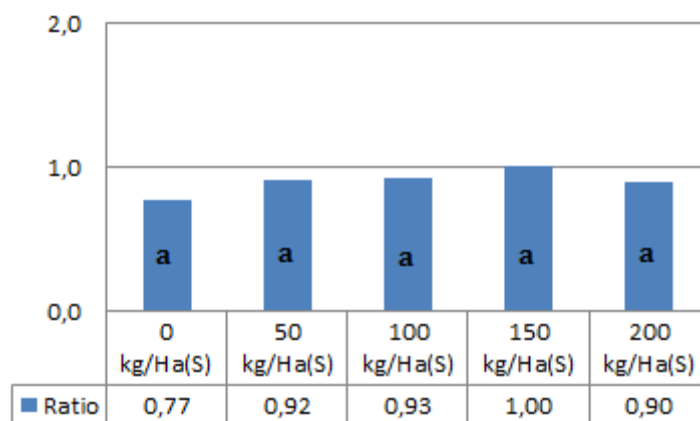


Figura 10. Efecto de cinco dosis de S sobre ratio del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

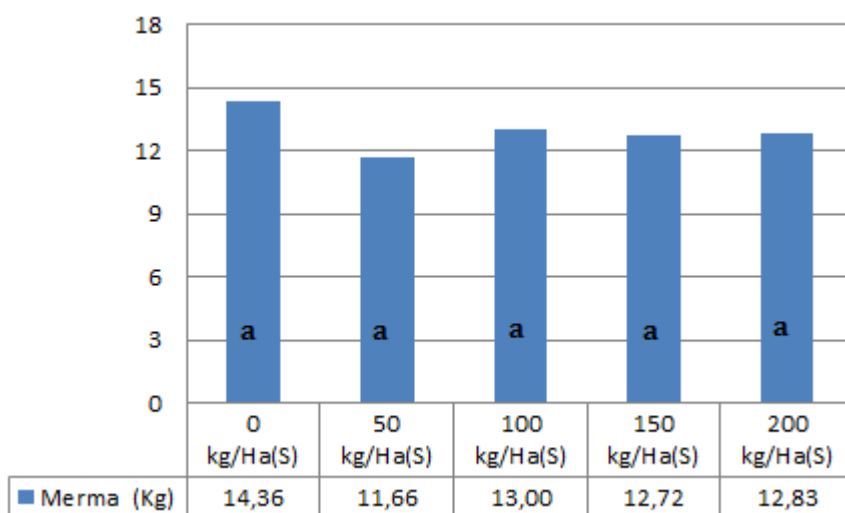


Figura 11. Efecto de cinco dosis de S sobre merma del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

En lo relacionado al peso de racimo Figura 12, es notable la diferencia en cuanto a los rendimientos de la dosis 150 kg ha⁻¹ que tiene 25,07 kg en relación a las dosis de 0 kg ha⁻¹ donde su peso fue de 19,95 kg; lo cual está directamente relacionado con el dato de producción de cajas / ha.

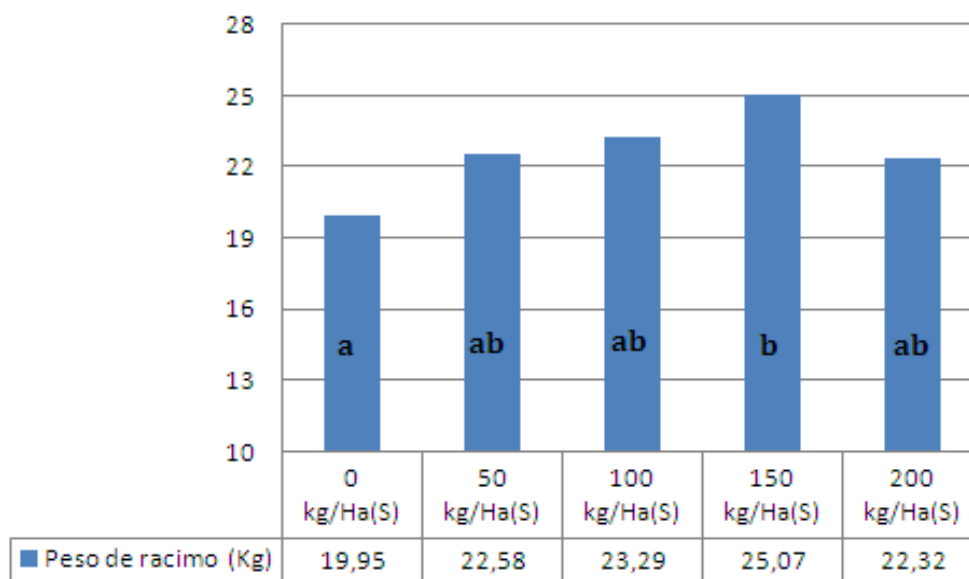


Figura 12. Efecto de cinco dosis de S sobre el peso del racimo del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

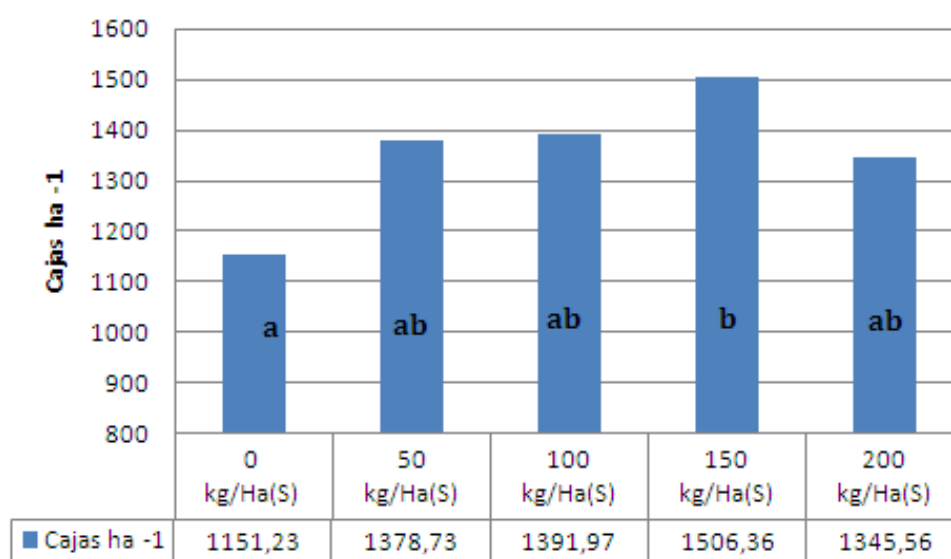


Figura 13. Efecto de cinco dosis de S sobre cajas hectárea⁻¹ del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.

De todos los niveles de S evaluados (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) sobresalió estadísticamente el nivel de 150 kg ha⁻¹ que generó un rendimiento (Figura 13) de 1506 cajas de banano exportables, lo que sugiere que dicho nivel de S es suficiente para las condiciones y características de los suelos de la zona de Babahoyo.

Tal y como se observa en otros parámetros evaluados con niveles superiores a de 150 kg de S ha⁻¹, tendieron a reducir el promedio de rendimiento de la fruta aunque los rendimientos más bajos se dieron cuando se omite el elemento azufre con 1151 cajas ha⁻¹

2. Análisis de Suelos y hojas.

Los resultados de los análisis de suelo realizados al inicio del experimento, se presenta en el (Cuadro 3). Como se puede apreciar a diferencia de Mn, Zn y N los demás nutrientes están en cantidades adecuadas en el suelo, recalando también que el % de materia orgánica (MO) fue relativamente bajo.

Cuadro 3. Resultados del análisis de suelos del área experimental. Hda. San José - Babahoyo, 2010.

PROFUNDIDAD	pH	N	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	MO%
		Ppm			meq/100 mL			Ppm					
L3 (0-20 cm)	6,7PN	13B	24A	26A	0,39A	25A	7,7A	1,1B	15,8A	98A	4,7B	20M	1,1B
INTERPRETACIÓN													
PN =		A= adecuado			M= medio			B= bajo					

Cuadro 4. Resultados del análisis químico foliar, muestreados en la etapa de floración, influenciado por los niveles de azufre. Hda. San José - Babahoyo, 2010.

TRATAMIENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	(%)						Ppm				
T1 0	3,1A	0,16D	3,26 ^a	1,44E	0,36A	0,09D	15D	13A	119A	175 ^a	59 ^a
T3 100	3,1A	0,16D	3,03 ^a	1,44E	0,42A	0,09D	15D	12A	116A	248 ^a	22 ^a
T4 150	2,7A	0,17D	3,23 ^a	1,44E	0,38A	0,11D	13D	11A	111A	239 ^a	9D
T5 200	2,8A	0,17D	3,18 ^a	1,43E	0,41A	0,1D	16D	13A	119A	278 ^a	7D
INTERPRETACIÓN											
PN =		E= Excesivo			A= Adecuado			D= Deficiente			

En cuanto al análisis de hojas, cuyos resultados se presentan en el (Cuadro 4), la fertilización con S redujo la concentración foliar de N y B eso a medida que se elevaron

niveles de dicho fertilizante, hasta llegar a 2,8% y 7 ppm respectivamente con la dosis de 200 cajas ha⁻¹, también se observó que las concentraciones más altas de este elemento lo presentaron las dosis más altas empleadas.

3. Correlaciones de algunos parámetros agronómicos y de producción del banano con las dosis de S aplicadas.

En el Cuadro 5, se encontró correlación altamente significativa o relación de dependencia entre la altura de planta, el área foliar, longitud de raquis, N° de cajas por Ha y peso útil de caja con las dosis de S aplicadas mientras que los demás parámetros no tuvieron relación de dependencia con la dosis de S aplicada.

Cuadro 5. Ecuación de regresión entre algunos parámetros agronómicos y de producción del banano y las dosis de S aplicadas, con su correspondiente coeficiente de correlación

Parámetros	Fórmula	Coeficiente
Altura de planta	$y = 246,2 + 3,453x - 0,371x^2$	0,94 *
Área foliar	$y = 17,76 + 0,369x - 0,041 x^2$	0,97 **
Diámetro de tallo	$y = 61,18 + 2,654x - 0,343 x^2$	0,85 ns
No. Manos	$y = 6,008 + 0,215x - 0,024 x^2$	0,83 ns
No. Dedos	$y = 99,85 + 1,200x - 0,087 x^2$	0,69 ns
Longitud de dedos	$y = 18,22 + 0,311x - 0,041 x^2$	0,87 ns
Diámetro de dedos	$y = 45,25 + 0,066x + 0,004 x^2$	0,77 ns
Longitud de raquis	$y = 52,87 + 1,038x - 0,083 x^2$	0,90 *
Peso de raquis	$y = 2,228 + 0,291x - 0,038 x^2$	0,78 ns
No. Caja por Ha	$y = 862,1 + 341,1x - 48,24 x^2$	0,89 *
Peso estropeo de fruta	$y = 2,222 + 0,157x - 0,028 x^2$	0,18 ns
Peso de racimo	$y = 4,873x + 15,63 - 0,691 x^2$	0,87 ns
Merma	$y = 15,51 - 1,914x + 0,286 x^2$	0,42 ns
Peso útil de caja	$y = 11,23 + 4,446x - 0,628 x^2$	0,89 *

V. DISCUSIÓN

La nutrición es un aspecto muy importante en el manejo del banano, debido a que las plantas de este cultivo son altamente eficientes y producen una gran cantidad de biomasa en un corto periodo de tiempo. Por otra, parte, durante los últimos años y en diferentes regiones del mundo, se han conducido diversas investigaciones para determinar el rol de cada uno de los nutrimentos minerales en el desarrollo y rendimiento del cultivo del banano. La información generada contribuye a que el bananero maneje adecuadamente la nutrición del cultivo, ya que el adecuado suministro de nutrimentos a través de la fertilización es necesario para obtener el máximo rendimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, es evidente el efecto del S con 150 kg ha^{-1} . El hecho de haberse favorecido varios parámetros de producción y crecimiento por el efecto de la complementación de S en el programa de fertilización, es razón suficiente por la cual este elemento debe de ser tomado en cuenta.

Es probable que el uso de 150 kg ha^{-1} , fueran suficientes para una buena nutrición del banano, en cambio los 200 kg ha^{-1} ocasionaron un perjuicio en el objetivo final de producción, posiblemente debido a que sobrepasó los límites permitidos. Otra variable que fue favorecida con la complementación de este elemento es el peso de racimo en la cual si se omite este elemento, el promedio es el más bajo, mientras que cuando el elemento está, su valor incrementa notablemente, aunque con dosificaciones altas el valor de casi todas las variables decae.

Dicho efecto también fue comprobado por **Flores (1991a)**, el cual con dosis crecientes de sulfato de potasio encontró que a dosis de 200 a 300 kg ha^{-1} se obtuvo los mejores pesos de racimo. Pero a diferencia con aplicaciones de hasta 900 kg ha^{-1} de sulfato no causaron detrimentos en las producción, tal y como se puede ver con los resultados obtenidos en esta investigación.

El efecto del azufre en variables de producción es alentador tanto en bajos como en altos niveles aplicados en comparación al no uso de este elemento, lo que en el cultivo de banano es sumamente importante ya que si el racimo reúne las mejores características tanto en calidad como en peso se puede lograr y mantener la competitividad. Aunque el

azufre esté considerado como un nutrimento secundario, lo requerido por la planta en cantidades más bajas que los primarios (N, P, K), ciertos autores señalan que las necesidades de este nutrimento son muy similares a las de P que son relativamente bajas en comparación a las de N y extremadamente bajas comparadas con las de K, con la adición se obtienen buenos resultados.

Walmsley y Twyford (1976), han obtenido excelentes resultados aplicando para el establecimiento del cultivo 127 kg de S ha⁻¹. En otros estudios realizados por **Arias (1984)**, se obtuvo buena respuesta con la aplicación de 264 kg de S ha⁻¹ año⁻¹ resultados que parecen lógicos si se asume que conforme se adicionan elementos necesarios para la planta aumenta también el rendimiento, esto siempre y cuando se lo realice de una manera apropiada y manejando adecuadamente las demás prácticas agronómicas, lo que ha permitido a un país como Costa Rica obtener los rendimientos más altos de fruta de exportación en el mundo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones.

A. Conclusiones

1. Los niveles utilizados (100 y 150 kg. Ha⁻¹ de S) resultaron ser eficientes al incrementar la productividad del cultivo de banano evaluado.
2. Con el empleo de la dosificación de 150 kg ha⁻¹ de S se llegó a producir en la primera generación 1506 cajas de fruta por hectárea. En cambio la aplicación de 200 kg Ha⁻¹ resulto exagerada y causó un efecto contrario ya que tan solo se logró obtener 1346 cajas exportables. Este nivel no se puede considerar como adecuado ya que es más alto y arrojó rendimientos bajos.
3. El peso de racimo respondió a los niveles de S estudiados, lo que comprueba el efecto de este elemento sobre esta variable y sobre la cantidad de cajas exportables

B. Recomendaciones

1. Continuar con el estudio para observar los efectos de la fertilización con este elemento en las generaciones R1 y R2, a fin de poder llegar a conclusiones más precisas.
2. Se recomienda probar varias fuentes de adición de S para ver con cuales se tendría un mejor resultado.
3. Desarrollar un estudio considerando diversos materiales vegetativos de importancia económica y diversas localidades para determinar la disponibilidad de S en dichas zonas, como los niveles adecuados a adicionar de este elemento en cada una.

VII. RESUMEN

La nutrición en el cultivo de banano, representa un factor limitante para el desarrollo del cultivo, ya que es conocido que toma más nutrimentos por hectárea que casi cualquier otro cultivo comercial de importancia en el mundo. Si se considera la alta concentración de elementos minerales en el racimo, se puede concluir que una producción moderada remueve altas cantidades de diversos elementos, y que estos elementos deben de ser repuestos, mediante un buen programa de fertilización, para mantener un buen nivel de producción. Por eso en los últimos años y en diferentes regiones del mundo, se ha conducido abundante investigación para determinar el rol de cada uno de los nutrimentos minerales en el desarrollo y rendimiento del cultivo del banano.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar a nivel de campo el efecto de la aplicación de dosis crecientes de azufre (S) en el cultivo de banano. Como material genético se utilizó el banano meristemático de la Variedad Williams, con una población de 1499 plantas. ha^{-1} , en donde los niveles estudiados (0, 50, 100, 150 y 200 kg de Sha^{-1}) demostraron su efecto en el cultivar evaluado. De todas las variables evaluadas, peso del racimo y número de cajas por hectárea, presentaron diferencias significativas entre los niveles evaluados.

Mientras que niveles de S ha^{-1} que oscilaron entre 50 y 150 kg ha^{-1} de Sha^{-1} , favorecieron el rendimiento de la fruta demostrando la importancia de la adición de este elemento en el programa de fertilización, un caso distinto se observó en el nivel 200 kg de Sha^{-1} causando un efecto decreciente en casi todas las variables evaluadas, lo que conlleva a pensar que con el nivel más alto evaluado se excede en los límites permitidos para este elemento.

En lo relacionado al análisis químico de hojas los niveles adecuados de la concentración de S no se obtuvo con ninguno de los niveles evaluados, aunque en el análisis de suelo se presentó en niveles adecuado.

SUMMARY

Nutrition in the cultivation of bananas, is a limiting factor for crop growth, since it is known that it takes more nutrients per acre than almost any other major cash crop in the world. Considering the high concentration of mineral elements in the cluster, it can be concluded that a moderate production removes high amounts of various elements, and these elements must be replaced by a good fertilizer program to maintain a good level of production . So in recent years and in different regions of the world, much research has been conducted to determine the role of each of the mineral nutrients in the development and performance of the banana crop.

This study aimed at evaluating the effect of field application of increasing doses of sulfur (S) in banana cultivation. As genetic material was used banana meristematic Variety Williams, with a population of 1499 plants. ha⁻¹, where the studied levels (0, 50, 100, 150 and 200 kg of Sha-1) showed the effect on the cultivar evaluated. Of all variables, bunch weight and number of boxes per hectare, significant differences between the levels assessed.

While levels of S-1 has been ranging between 50 and 150kg/ha Sha-1-1, favored fruit yield demonstrating the importance of the addition of this element in the fertilization program, a different situation was observed in the level 200kg of Sha-1 causing a decreasing effect on almost all variables, which leads to think that with the highest level are evaluated exceeds allowable limits for this element.

In relation to chemical analysis of leaves adequate levels of S concentration was not obtained by any of the levels tested, although soil analysis presented at appropriate levels.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

AEBE, 2011. Análisis de la Industria bananera Ecuatoriana, 18 p.

.

Bayona, L. y Rosero, R. 1991. Niveles de fertilización en banano. In Reunión ACORBAT (11., 1991, Villahermosa, Mex). p. 3-8. Compendiado en: Musarama 7(2): 19. 1994.

Bormisza Steiner, Elemer, 1990. Problemas del Azufre en el suelo y cultivos de Mesoamérica. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 100p (C.R. 631.41B736p)

Dibb, D. 2001. Guía de campo, síntomas de deficiencias y otros desordenes fisiológicos en el cultivo de banano, pp- 2.

Devlin, R. 1982. Fisiología vegetal. 4 ed. Barcelona, ES. Omega. 516 p.

Espinoza, J. 1995. Manual de nutrición y fertilización del banano, una visión practica del manejo de la fertilización. Quito, EC. Instituto de la potasa y el fosforo. 82 p.

Espinoza, J. 1998. Respuesta de banano al potasio. Informaciones Agronómicas, No. 32: 1-3.

Fernández, H. 1995. El Cultivo del banano en el Ecuador, Diario el Expreso, Guayaquil, Editorial CCC, pp 138 – 152.

Fernández, A.; 1994. El banano en el Ecuador. Cultivo plagas y enfermedades. Editorial C. S. C. Guayaquil, EC. p. 78.

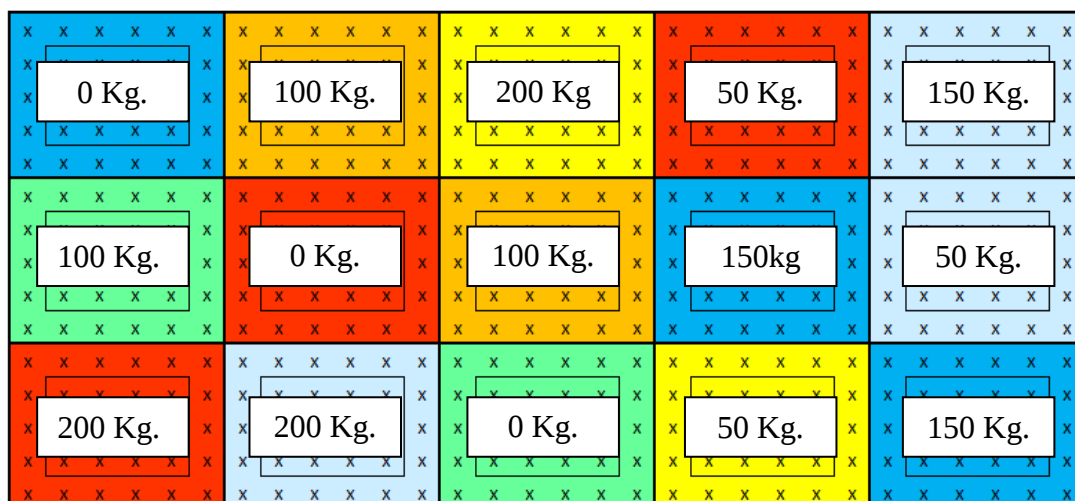
Flores, C. 1991. Respuesta del banano (Musa AAA) subgrupo Cavendish, clon Valery, a la fertilización con sulfatos. In: Informe anual Corporación Bananera Nacional S.A. San José, Costa Rica.

- Hazarika, D. y Mohan, N. 1992.** Efectos del nitrógeno sobre el contenido de NPK en las hojas y el rendimiento del banano “Jahaji” (“Musa AAA, Subgrupo Cavendish”). South Indian Horticultura 40 (3): 172 – 174. Compendiado en Musarama 8 (2): 15. 1995
- Herrera, B. 1990.** Respuestas al cultivo de banano (Mussa AAA) subgrupo Cavendish clon Gran enano a la fertilización con dosis crecientes de nitrógeno, In ASBANA. 1990. Informe anual. 1989. Departamento de Investigación Agrícola. San José, CR. P. 23 – 25. Compendiado en: Musarama 4 (1): 17. 1991.
- Ignatieff, V. N. Page, H. 1962.** El uso eficaz de los fertilizantes. Roma, IT, FAO. P. 27 – 30. (Colección FAO – Estudios Agropecuarios. No. 43).
- Jacob, A. M. Uexküll. V. 1964.** Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. Martínez de Alva, Hannover, UX. P. 47 – 54.
- Lahav, E. y Turner, D. 1992.** Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda edición. Boletín N° 7. INPOFOS. Quito, EC. p 71.
- López, A. 1992.** Fertilización del cultivo de banano con diferentes dosis de nitrógeno, fosforo y potasio. In CORBANA. 1992. Informe anual. 1991. Departamento de Investigación. CR. P. 35 – 36. Compendiado en: Musarama 5 (2): 14. 1992.
- López, A; Vargas, A; Espinoza, J y Vargas, R. 2001.** Guía de Campo. Síntomas de Deficiencias Nutricionales en el Cultivo del Banano. CORBANA. Instituto de la potasa y el Fósforo.
- López, M. y Espinosa, M. 1995.** Manual de nutrición y fertilización del banano. Instituto de la potasa y fosforo. Quito, EC.
- Machado, S. 1953.** Cálculo y comprobación de los abonos para cultivos especiales. Revista cafetalera de Colombia 11:125.

- Marchal, J. Martin-Prevel, and Ph. Melin. 1972.** Le soufre et le bananier. Fruits 27(3):167-167.
- Melgar, R. 2000.** Ciclo del Azufre. INTA Pergamino Ing. Agr. Mercedes Gearhart Honeywell.
- Melin, P. H., 1971.** Efecto que ejercen las fuertes aplicaciones minerales sobre el platanero, Revista la potasa, sec 27. p 18.
- Murray D. B.** Deficiency en bananas Tropical Agricultura (Trinidad – 4361 365- 1965).
- Pandit, S N.; Singh, C.; Ray, R N.; Jha, K K.; Jain, B, P. 1992.** Programación de la fertilización del banano. Nain en Bihar. Journal of research Birsa Agricultural University. 4 (1): 25 – 29. Compendiado en Musarama 8 (3): 20. 1995.
- REYBANPAC, 1998.** Manual de labores agrícolas del departamento de agricultura.
- Soto, M.; Soto, E.; Solis, P; López, A. 1990.** Siembra y operaciones del cultivo. In Soto, M. Bananos, Cultivo y comercialización. 2ª. Ed. San José, C R. Imprenta LIL. P. 1555, 211 – 365.
- Thompson, L; Troeh, F.1982.** Los suelos y su fertilidad. 4ª. Ed. Barcelona, ES. Reverté 649 p.
- Tisadale, S; Nelson, J. Beaton y J. Havlin. 1993.** Soil fertility and fertilizers. MacMillan Publishing Company. New York, EEUU. 634 p.
- Walmsley, D and Twyford. 1976.** The mineral composition of the banana plant. V. Sulphur, iron, manganese, boron, zinc, copper, sodium and aluminum. Plant and Soil. 45:595-61.
- Werner, R. M. s f; Fox, R. L.** Nitrogen and potassium nutrition of the Giant Cavendish banana in Hawaii. J Amer. Soc hort. Sci. 102: 739-743.

ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo de la evaluación de cinco dosis de fertilización a base de azufre en el crecimiento y desarrollo del cultivo de banano en la zona de Babahoyo



Anexo 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III), variable peso útil de caja.

Fuentes de Variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	204760,85	6	34126,81	2,63	0,1032
TRAT.	191204,6	4	47801,15	3,68	0,055
REP.	13556,24	2	6778,12	0,52	0,612
Error	103779,9	8	12972,49		
Total	308540,75	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=321,29537

Error: 12972,4877 gl: 8

CV: 8,45

TRAT.	Medias	N		
1	1151,23	3	A	
5	1339,25	3	a	B
2	1359,98	3	A	B
3	1385,53	3	A	B
4	1500,94	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=205,83323

Error: 12972,4877 gl: 8

REP.	Medias	N	
2	1320,43	5	A
1	1332,39	5	A
3	1389,34	5	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 3. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III), variable peso de racimo.

Fuentes de Variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,97	6	8	2,68	0,0992
TRAT.	41	4	10,25	3,43	0,0648
REP.	6,97	2	3,49	1,17	0,359
Error	23,88	8	2,99		
Total	71,86	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,87406

Error: 2,9854 gl: 8

CV: 7, 63

TRAT.	Medias	N		
1	19,95	3	A	
5	22,33	3	A	B
2	22,58	3	A	B
3	23,29	3	A	B
4	25,07	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 **DMS**=3,12250

Error: 2,9854 gl: 8

REP.	Medias	N	
2	22,03	5	A
1	22,3	5	A
3	23,59	5	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 4. Tratamientos aplicados en el ensayo, efecto de cinco dosis de S sobre el diámetro de tallo del banano en la Hda. San José - Babahoyo, 2010.



Continuación del **Anexo 4.**