

*Fertilización edáfica: clon Gran Enano*

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN FERTILIZANTE  
COMPLETO EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO  
GRAN ENANO (MUSA, AAA), EN EL MUNICIPIO  
ZONA BANANERA DEL MAGDALENA**

**KIRA NÚÑEZ IMITOLA  
DANILIS CARRILLO ALVAREZ**

**MEMORIA DE GRADO, PRESENTADA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**DIRECTOR  
JORGE GADBAN REYES I.A. M. Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SANTA MARTA, D.T.C.H**

**2004**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, 20 de abril del 2004

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente trabajo de investigación expresan sus más sinceros agradecimientos por la valiosa colaboración en la realización de la misma, a las siguientes personas y entidades:

**JORGE GADBAN REYES, I.A.** Ex-docente de la Universidad del Magdalena y Director del presente trabajo de investigación.

**REYNALDO LOBATO, I.A. M. Sc.** Docente del área suelos de la Universidad del Magdalena y jurado del presente trabajo de investigación.

**GABRIEL CONSUEGRA, I.A.** Docente en el área de Maquinaria de la Universidad del Magdalena y jurado del presente trabajo de investigación.

**ELIECER CANCHANO NIEBLES, I.A.** . Ex-docente en el área de suelos de la Universidad del Magdalena y asesor del presente trabajo.

**RICARDO GUERRERO RIASCOS, I.A. M. Sc.** Profesional consejero de Monómeros Colombo Venezolanos, profesor asociado a la Universidad Nacional de Colombia. (Bogotá). Asesor de la presente investigación.

**RAMIRO JARAMILLO** y a la **FINCA EL TREBOL** y sus trabajadores **WILFRIDO MOLINA, I.A.** Por su valiosa colaboración.

**A MONÓMERO COLOMBO VENEZOLANOS S.A.** Por su valioso respaldo y colaboración.

Al cuerpo de docentes de la facultad de **Ingeniería Agronómica** de la Universidad del Magdalena por su contribución en la formación profesional y académica.

A la Universidad del Magdalena.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para la realización del presente trabajo.

**Autores.**

## DEDICATORIA

A Dios por ser Él ser más maravilloso e importante en mí vida. Por darme su gracia y por enseñarme que sí creyere veré la gloria de **Dios** y por regalarme su **Santo Espíritu**.

A mí madre **Silvia Imítola Gagneux**, por creer en mí por ser la base de mí vida. Ella me ha dado el mejor regalo del mundo “Valores”.

A mí padre **Jorge Núñez Peña**, por confiar en mí y ayudarme.

A mis hermanos **Dairo, Luis, Pedro, Iris, Mónica y Suris** por que han sido siempre mí apoyo y mis mejores guías.

A mi hermano **Ramiro Núñez García**, por darme fe de su tesoro.

A la memoria de mí abuela **Lilia Gagneux Pinto**, te amo.

A mí amigo y maestro **Jorge Gadban**, por ser una persona maravillosa e incondicional.

A mi amigo **Oscar Canchano**, por ser la primera persona, después de mí familia en apoyar mí carrera.

A mis amigos **Danilis Carrillo, Jesús Botello, Eliana Borrego, Sugenit Arteaga, Wilfrido Molina, Wilmer Mejía, Rodolfo Jiménez, Carlos Velásquez, Erwin Lopez, Manuel Socarras, Heriberto Tamara, Elga Vanegas**, Gracias por brindarme su cariño y apoyo.

A mis nuevos amigos, **Jaime Galvís, Horacio González, Fabio González**, Gracias por brindarme su cariño y apoyo y, además, por enseñarme una nueva manera de ver la vida.

Gracias, a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a el existo de mis estudios.

**K I R A.**

## DEDICATORIA

A Dios por ser Él ser más maravilloso e importante en mí vida. Por darme su gracia y por enseñarme que sí creyere veré la gloria de **Dios** y por regalarme su **Santo Espíritu**.

A mí madre **Silvia Imítola Gagneux**, por creer en mí por ser la base de mí vida. Ella me ha dado el mejor regalo del mundo “Valores”.

A mí padre **Jorge Núñez Peña**, por confiar en mí y ayudarme.

A mis hermanos **Dairo, Luis Ramón, Pedro Pablo, Iris, Mónica y Suris** por que han sido siempre mí apoyo y mis mejores guías.

A mi hermano **Ramiro Núñez García**, por darme fe de su tesoro.

A la memoria de mí abuela **Lilia Gagneux Pinto**, te amo.

A mí amigo y maestro **Jorge Gadban**, por ser una persona maravillosa e incondicional.

A mi amigo **Oscar Canchano**, por ser la primera persona, después de mí familia en apoyar mí carrera.

A mí amigos **kira, Carrillo, Jesús Botello, Eliana Borrego, Sugenit Arteaga, Wilfrido Molina, Wilmer Mejía, Rodolfo Jiménez, Carlos Velásquez, Erwin Lopez, Manuel Socarras, Heriberto Tamara, Elga Vanegas**, Gracias por brindarme su cariño y apoyo.

A mis nuevos amigos, **Jaime Galvís, Horacio González, Fabio González**, Gracias por brindarme su cariño y apoyo y, además, por enseñarme una nueva manera de ver la vida.

Gracias, a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a el existo de mis estudios.

**D A N I L Y S.**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	20
OBJETIVO GENERAL.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
1. ANTECEDENTES .....	23
1.1 Clasificación taxonómica de las musáceas .....	23
1.2 Generalidades del cultivo de banano .....	24
1.2.1 Nutrición del banano .....	24
1.2.2 Reacción del suelo.....	25
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
2.1 Duración de la investigación.....	34
2.2 Determinación del universo geográfico y temporal del estudio.....	34

2.2	Diseño metodológico según la naturaleza de la investigación .....	35
2.3	Componentes del 15-4-23-4-2 .....	40
2.4	Labores culturales .....	41
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
3.1	Variables de producción .....	46
3.1.1	Peso del racimo .....	46
3.1.2	Número de manos por racimo .....	49
3.1.3	Número de dedos por mano .....	55
3.1.4	Calibre promedio del dedo .....	64
3.1.5	Largo del dedo .....	70
3.2	Correlación .....	77
3.3	Análisis de tejido foliar .....	77
4.	CONCLUSIONES .....	82
	BIBLIOGRAFÍA .....	85
	ANEXOS .....	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedios del peso de los racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	47
Tabla 2. Análisis de varianza del peso de los racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	47
Tabla 3. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de los fertilizantes según las dosis aplicadas en el clon Gran Enano. En un ciclo de producción. Municipio zona bananera del Magdalena .....	48
Tabla 4. Promedios del número de manos del racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	52
Tabla 5. Análisis de varianza del número de manos del racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	52
Tabla 6. Promedios del número de dedos de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	56
Tabla 7. Análisis de varianza del número de dedos de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	56
Tabla 8. Promedios del número de dedos de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	59
Tabla 9. Análisis de varianza del número de dedos de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	59

Tabla 10. Promedios del número de dedos de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	62
Tabla 11. Análisis de varianza del número de dedos de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	62
Tabla 12. Promedios del calibre del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	65
Tabla 13. Análisis de varianza del calibre del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	65
Tabla 14. Promedios del calibre del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	66
Tabla 15. Análisis de varianza del calibre del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	66
Tabla 16. Promedios del calibre del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	67
Tabla 17. Análisis de varianza del calibre del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	67
Tabla 18. Promedios del largo del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	71
Tabla 19. Análisis de varianza del largo del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	71
Tabla 20. Promedios del largo del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....	72
Tabla 21. Análisis de varianza del largo del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....	72

Tabla 22. Promedios del largo del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción .....73

Tabla 23. Análisis de varianza del largo del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción .....73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de campo.....	37
Figura 2. Aplicación de fertilizante en corona. A, B y C) Aplicación en los Tratamientos 4, 2 y 3 .....	39
Figura 3. Promedio del peso del racimo en los cinco tratamientos, en un ciclo de producción .....	50
Figura 4. Racimos del clon Gran Enano. A) Racimos provenientes de una planta fertilizada con el 15-4-23-4 Tratamiento 3 y, con una mezcla de úrea con cloruro de potasio Tratamiento 4 .....	51
Figura 5. Número de manos por racimo en los cinco tratamientos, en un ciclo de producción .....	54
Figura 6. Número de dedos en promedio en la mano basal, media y apical analizada en cinco tratamientos, en un ciclo de producción .....	57
Figura 7. Promedio del calibre del dedo de la mano basal, media y apical analizada en cinco tratamientos, en un ciclo de producción .....	63
Figura 8. Manos de Racimos del clon Gran Enano. A) Manos de banano de muy buena calidad provenientes de racimos de plantas fertilizadas con altas dosis del 15-4-23-4 Tratamiento 3.....	69

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1. Fuentes y dosis de los elementos aplicados al ensayo por año.....44

Cuadro 2. Análisis de correlación simple de las variables de producción,  
en el clon Gran Enano, para el Tratamiento 3, en la finca el Trébol .....77

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Análisis de tejidos foliares según la United Fruit Company.....	89
Anexo 2. Análisis de suelo del lote utilizado para el ensayo.....	90
Anexo 3. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 5 (Testigo) .....	91
Anexo 4. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 4 .....	92
Anexo 5. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 1 .....	93
Anexo 6. Análisis de tejidos foliares Tratamiento 2 .....	94
Anexo 7. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 3 .....	95
Anexo 8. Fotografías Variables de Producción Clon Gran Enano.....	94

## **RESUMEN**

Los cultivos establecidos a nivel mundial como banano y plátano se ven afectados en su producción, sino se fertilizan en dosis y fuentes adecuadas. La fertilización se puede convertir en una limitante para la producción y comercialización de esta valiosa fruta. Además, hay otros factores que influyen en este proceso, entre los cuales cabe resaltar el relacionado con las prácticas utilizadas para disminuir los efectos de las enfermedades y plagas típicas de estos cultivos.

El sector bananeros mediante investigaciones se ha dado a la tarea de buscar cual es la necesidad, de macro y micro nutrientes, las dosis y fuentes más adecuadas que intervienen durante todo el ciclo del cultivo de banano y plátano, además hay que tener en cuenta la topografía, geología y climatología de cada región.

La investigación se llevó a cabo en el período comprendido entre los meses de agosto del 2002 a mayo del 2003. Para cumplir con los objetivos propuestos se estableció el cultivo en la finca comercial el Trébol, región de Río Frío, zona bananera del Magdalena. El genotipo objeto de observación fue Cavendish Gran Enano bajo diferentes fertilizantes y dosis. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco Tratamientos y 4 Repeticiones. Cada Tratamiento contó con 42 plantas, las evaluaciones se programaron para un ciclo de producción. Se hicieron los registros de las variables de producción. Los Fertilizantes usados fueron en los Tratamientos 1, 2 y 3 era el 15-4-23-4 en dosis diferentes y los Tratamientos 4, una mezcla de Úrea más KCl.

Tratamiento 5, fue el testigo comercial el producto utilizado por la finca el trébol.

Los resultados obtenidos para los parámetros evaluados en ésta investigación fueron: el Tratamiento 4 tuvo un comportamiento muy bueno en términos productivos en banano y utilizando las dosis y la granulometría adecuada se convierte en una buena opción para la nutrición del banano.

En el caso del tratamiento 3 tuvo un comportamiento excelente en la mayoría de los parámetros, excepto en el largo del dedo central de la mano media, lo cual no tiene la mayor influencia en su buen comportamiento y se convierte en una buena opción de dosis en fertilización.

El tratamiento 2 su comportamiento fue muy bajo comparado con los demás tratamientos, pues la mayoría de los parámetros evaluados sus promedios estuvieron por debajo de los demás, excepto el largo del dedo central de la mano basal, el cual fue el segundo valor más alto para este parámetro evaluado, indicando que en el cultivo de banano es muy importante la dosis del fertilizante.

El Tratamiento 1, se comportó de manera similar, al Tratamiento 5, pues en ambos solo en 5 de los 13 parámetros evaluados presentaron en algunos casos los más altos promedios. Lo anterior quiere decir, entre los dos tratamientos es mejor el tratamiento 5 y este es una mezcla.

Los tratamientos 1 y 5 se comportaron de manera similar, pues en ambos solo en 5 de los 13 parámetros evaluados presentaron en algunos casos los más altos promedios. Lo anterior quiere decir, entre los dos tratamientos es mejor el tratamiento 5 y este es una mezcla.

## **INTRODUCCIÓN**

En Colombia el banano es de los pocos cultivos que se ha comportado productivo y económicamente rentable y, ha logrado consolidarse como una de las fuentes de divisas y empleo más importante del país, ya que desde el punto de vista económico este cultivo genera aproximadamente 84 millones de toneladas de fruta de las cuales, la mayor parte, se comercializa en los mercados locales.

La importancia que presenta este cultivo esta relacionado con una serie de factores que han influido para que el precio nacional e internacional se mantenga equilibrado. Uno de esos grandes factores es la fertilización rigurosa y adecuada, la cual se considera como una de las prácticas culturales de mayor importancia para el cultivo del banano. Por esta razón es importante conocer en que proporción se encuentran los nutrientes en el suelo y en las hojas de la planta, para luego poder realizar un programa de fertilización adecuada. En la planta y en el suelo, ocurren procesos físicos y químicos que interactúan entre si continuamente, que influyen en la deficiencia o exceso de nutrientes en la planta y por ende en la producción de esta valiosa fruta.

Los nutrientes más requeridos por el cultivo de banano son el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre y, para mantener una adecuada producción de banano es necesario también mantener una nutrición adecuada.

El exceso de un determinado nutriente, la falta o deficiencia de otros, o si se da la presencia de dos factores al mismo tiempo, como la presencia de dos elementos al tiempo. Ejemplo: Fósforo y Nitrógeno entre otros, hace que el balance se rompa generando una reducción en el crecimiento normal de la planta y por consiguiente se produce un fruto pequeño.

Estas condiciones exigen que los bananeros se preparen para hacer eficientes y productivas en las labores, para obtener mayor cantidad de producto a menor costo. Estos factores que se han citado llevaron a realizar el siguiente trabajo de investigación, el cual se planteó con los siguientes objetivos:

- ◆ Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis del fertilizante 15-4-23-4 sobre la producción en banano Musa Acuminata (Gran Enano) en la zona bananera del Magdalena.

- ◆ Desplegar la importancia de mantener los niveles de fertilización adecuados a base del nitrógeno y potasio.
- ◆ Determinar cual de los tratamientos favorece en mayor cantidad al cultivo del banano.
- ◆ Mirar que dosis favorecen al cultivo y por ende al fruto del banano.
- ◆ Generar recomendaciones para la mejor utilización de los productos.

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1 Clasificación taxonómica de las musáceas**

La familia de las Musáceas comprende 150 especies distribuidas en las regiones tropicales. Las Musáceas son plantas herbáceas, en cuya parte basal de las hojas se puede formar una especie de tallo. Las hojas son generalmente muy grandes, pecioladas, provistas de vaina y se caracterizan por tener un margen sin particular refuerzo, por lo que el viento las puede desgarrar fácilmente; el limbo está dividido en lacinias de varias dimensiones. Las flores, reunidas en inflorescencias espiciformes o en cimas compuestas reunidas, a su vez, en panículas, son hermafroditas o unisexuales y zigomorfas. El perigonio está formado por 6 elementos corolinos, y el androceo por 6 estambres dispuestos en 2 verticilos, o en 5 estambres fértiles y un estaminodio; algunos géneros (Musa) son característicos por la presencia de un labelo, que puede ser de derivación perigonal o estaminal. El gineceo consta de 3 carpelos soldados en un ovario ínfero trilocular, con óvulos desde solitarios a numerosos.

El banano Musa Paradisiaca es, de hecho, una de las especies más interesantes cultivadas en las regiones tropicales y ecuatoriales. M. textiles, originaria de Filipinas, produce una fibra textil muy apreciada llamada cáñamo de Manila. Llamativas son algunas especies por sus flores vistosas, que se cultivan como ornamentales, como algunas del género Strelitzia.

## **1.2 Generalidades del cultivo de banano**

### **1.2.1 Nutrición del banano**

Las necesidades nutricionales de las plantas de banano están relacionadas de la siguiente manera:

- ❖ Aprovechamiento que se desea obtener de la cosecha en un momento dado, de acuerdo a las características de los mercados.
  
- ❖ Tipo de clon bajo cultivo y de la potencialidad productiva del mismo.

- ❖ Densidad de la población en unidades de producción.
  
- ❖ Balance de nutrientes en el suelo.

En la nutrición de la planta de banano se debe considerar el efecto residual de los elementos aplicados con anterioridad; el **P, K, Ca, Mg, S** y los elementos menores que se concentran en el suelo cuando aplican en cantidades elevadas y constantes en altas concentraciones de algún nutrimento, puede restringir la absorción normal de otro u otros elementos y algunos casos puede llegar a provocar hasta fototoxicidad, con pérdidas importantes en el desarrollo de las plantas en las cosechas.

### **1.2.2 Reacción del suelo**

Los PH más altos son propios de regiones con poca lluvia, por lo cual se tiene más disponibilidad de elementos y menos lixiviación de los mismos principalmente el potasio, magnesio etc.

Los suelos con PH ácidos son propicios de áreas con lluvias excesivas generando fugas graves de nutrientes, ocasionadas por el lavado, la lixiviación y la erosión.

Por las razones expuestas, los suelos que presenten estas características requieren de mayores cantidades y aplicaciones frecuentes de fertilizantes, para corregir cualquier deficiencia.

El banano vegeta normalmente sobre suelos cuya realización varíe de 4.5 a 8.0, el efecto desfavorable de la acidez sobre la nutrición y los rendimientos se reflejan en diversos fenómenos podológicos. Las mejores plantaciones se encuentran en suelos con PH de 6.0 a 7.5.

Se reporta que las condiciones ideales de PH en el suelo bananero es de 6.5, ya que ha este grado de reacción se asimila más fácilmente el potasio porque el magnesio no interfiere.

## **Nitrógeno**

Importancia del nitrógeno:

El nitrógeno se ha calificado como el elemento número 1, por su importancia en la producción de alimento de origen vegetal: por que se considera como un constituyente básico de proteínas, la clorofila, hormonas, enzimas y vitaminas; es el elemento constitutivo de los glucósidos cianogénicos, los cuales producen el ácido cianhídrico.

El nitrógeno es un elemento muy importante en la fisiología de la planta, pues hace parte de la molécula de la clorofila en combinación con el magnesio, constituyéndose además como el factor limitante de muchos suelos, produciendo el suministro solo con frecuencia resultados visibles, rápidos aún cuando sus dosis sean comparativamente bajas.

Los suelos Tropicales bajo cultivo pierden la materia orgánica rápidamente y por lo tanto el nitrógeno. Las aplicaciones de fertilizantes fosfáticos y potásicos estimulan la microflora del suelo, acelerando estos procesos, aumentando la materia orgánica y por ende habrá producción de nitrógeno. Así, si se tiene una siembra intensiva significa en términos generales una abundante caída de hojarasca, falsos tallos cortados que tienen a recortar la **M.O.**, pero es muy poca la cantidad que se obtiene, por lo que una explotación intensiva y prologada exige una inevitable y prolongada fertilización nitrogenada.

Las necesidades de nitrógeno son continuas durante la mayor parte del ciclo de vida de la planta, con un máximo requerimiento durante el periodo de crecimiento vegetativo; las hojas siempre tienen el mayor contenido de nitrógeno en fase vegetativa, y en la floración el seudotallo y el cormo, siendo estos los órganos almacenadores de este elemento, pero en la fase de producción o fructificación los frutos tienen más nitrógeno que el seudotallo y el cormo.

El nitrógeno es un elemento que está sujeto a cambios climatológicos, a modificaciones biológicas y tienen poca interacción química con las arcillas del suelo, en otras palabras puede desaparecer rápidamente sin ser utilizado por la planta.

### **Nitrógeno en el suelo**

El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para la vida vegetal, presentándose en el suelo de distintas formas orgánicas, amoniacal y nítrica.

En forma nítrica (ión Nitrato  $\text{NO}_3$ ), es fácilmente soluble, siendo lixiviado particularmente por intensas precipitaciones hacia capas profundas del suelo; el contenido de nitrógeno en el suelo es muy variable y depende del contenido de M.O, en general. Los suelos pueden tener entre 0.02 y 0.04% de nitrógeno y el 95% de este se encuentra en forma orgánica.

## **Contenido de Nitrógeno en la planta**

Entre las funciones más importantes del nitrógeno esta:

1. Aumenta el vigor general de la planta.
2. Aumenta el color a las hojas.
3. Favorece el crecimiento del follaje y el tallo.

El Nitrógeno es un constituyente muy importante de los compuestos y complejos orgánicos minerales de la planta, como se pueden citar: los aminoácidos, proteínas, amidas, nucleoproteínas, clorofila etc. Aproximadamente el nitrógeno aplicado con fertilizantes es asimilado por la planta en el momento en que se aplica, de hecho el nitrógeno compite con el potasio como el elemento más eficiente y de menor costo en términos de comportamiento.

## **Fósforo**

### **Importancia del fósforo**

Las necesidades del banano en fósforo son altamente débiles pero, sin embargo, es precisa asegurarlas. Al parecer este elemento interviene en la resistencia fisiológica a los parásitos criptogámicos que aparecen después de la cosecha y en la robustez de los pecíolos; pocas veces es diferente en los suelos, incluso cuando los métodos clásicos de análisis solamente revelan trazas, el análisis puede mostrar una concentración baja de fosfato, pero es asombrosa la frecuencia con que las pruebas de abonamiento fallan en dar una respuesta a este elemento, aún cuando al parecer se encuentra en deficiencia, el comportamiento del fósforo respecto a la absorción, es semejante a la del nitrógeno. La planta absorbe fósforo en cantidades notables, pero cesa durante el período de floración, lo anterior parece indicar que la planta acumula todo lo necesario y luego lo utiliza en la formación del racimo; tal extracción la hace de los órganos vegetativos.

Exceso de potasio pudiendo ser combatida con aplicaciones necesarias de nitrógeno (fuente potásica), 15-4-23-4-2 y KCl.

## **Magnesio**

En los últimos tiempos, varios investigadores han estudiado el papel que desempeña el magnesio en la planta, luego de algunas investigaciones se descubrió la enfermedad denominada “mal de azul” su causa se debía aún a un desequilibrio entre los macroelementos especialmente en **K** y el **Mg**. Dicha enfermedad se presenta como franjas de color azul-violeta sobre las hojas y especialmente en los pecíolos, por ello se recomienda abonar con fertilizantes calcicos o dolomitas ricos en magnesio.

Los meristemas tienden a ser los órganos más ricos en **Mg** en la fase vegetativa, en tanto que, se aprovecha el magnesio que se acumula en el pseudotallo, raquis interno, pecíolos y cormo. Los frutos a parecen como los órganos más pobres en este elemento. En los otros ya mencionados el magnesio tiende a incrementarse, especialmente desde la floración, la absorción de magnesio ocurre durante todo el ciclo vegetativo de la planta, pero tal comportamiento es similar al del Calcio.

### **Fuente Magnésica**

15-4-23-4-2

Magnesio disponible (Mg) al 4 %.

### **Azufre**

El azufre en las plantas se encuentra generalmente en concentraciones similares a del fósforo y biológicamente es un elemento esencial en la nutrición de las plantas.

El azufre se absorbe rápidamente en toda la planta desde el estado de retoño hasta la floración. Después de ésta el porcentaje se reduce notablemente y la cantidad entre la floración y la cosecha es insuficiente para suplir las necesidades en las partes frutales, como consecuencia el azufre es necesario tomarlo desde las hojas y pseudotallo.

Estudios realizados demostraron que el azufre tiene una acción sobre la vegetación de las plantas de banano, un crecimiento más rápido, una mayor precocidad y un intervalo floración a cosecha más corto. El aumento de los rendimientos, quizás se deba a una mejor utilización de los fertilizantes nitrogenados, por efectos del azufre. EL investigador afirma que con respecto a la enfermedad “pulpa amarilla” mencionada anteriormente en este trabajo, pues una acidificación del suelo por un aporte de azufre, permite atenuar este efecto.

Experiencias hidropónicas han demostrado que después de la diferenciación la planta puede reutilizar el azufre anteriormente absorbido, este elemento es en gran parte móvil dentro de la planta. Las fuertes concentraciones de azufre en el raquis, indican que existe una corriente del nutriente hacia los frutos provenientes directamente del suelo o de las hojas. El contenido de azufre de la cáscara del fruto es pobre y el de la pulpa lo es aún más.

### **Fuentes de Azufre**

15-4-23-4-2

Azufre disponible al 2 %

### **MICROELEMENTOS**

Boro (B) 0.1%

Zinc (Zn) 0.1%

Cobre (Cu) 0.04%

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Tiempo de la investigación**

El estudio fue programado para cubrir un ciclo de producción, con 3 etapas básicas. La primera referida a la programación del trabajo, presentación de Anteproyecto y Proyecto a la Universidad del Magdalena; la segunda contuvo, la realización de todas las actividades concernientes con el desarrollo del mismo y el registro de las variables y, la tercera etapa, estuvo dedicada a la organización de datos, análisis de los resultados, elaboración y presentación del informe final.

### **2.2 Determinación del universo geográfico y temporal del estudio**

El lugar en el que se llevó a cabo el trabajo fue la finca **EL TREBOL** ubicada en la región de Río Frío, municipio Zona Bananera del Departamento del Magdalena. Esta región se encuentra localizada en las siguientes coordenadas geográficas: **10°55'00"** de Latitud Norte y **74°11'00"** de Longitud Oeste.

La zona está dentro de la clasificación ecológica de Bosque Seco Tropical (Bs-t), según las zonas de vida enunciadas por Holdridge, con una humedad relativa de 80% aproximadamente, una precipitación media anual de 900 mm, con una altura sobre el nivel del mar de 1000 – 2000 m.s.n.m y una bio-temperatura mayor de 24°. La investigación se llevo a cabo de los meses de agosto del 2002 a mayo del 2003.

## **2.2 Diseño metodológico según la naturaleza de la investigación**

Para el establecimiento del ensayo se utilizó un diseño de bloques al azar como se ilustra en la **Figura 1**. El ensayo estuvo distribuido en 4 bloques y en cada bloque una repetición de cada tratamiento y en un costado del ensayo, fueron tomadas cuatro parcelas de un lote representativo de la finca como testigo comercial, cada parcela tuvo un área de 15 X 15 m<sup>2</sup> para un total por parcela de 225 m<sup>2</sup>, conformado por 41 plantas sembradas a 2.5 X 2.3 m entre plantas para un total en el ensayo de 648 plantas de las cuales fueron seleccionadas 5 plantas por parcela de cada tratamiento, ubicadas en la parte central de la parcela y cuyos hijos tenían entre 5 y 8 hojas. A cada tratamiento se le hizo aplicación de fertilizantes en corona, tal como se ilustra en la **Figura 2**.

El modelo estadístico utilizado fue de bloques al azar (DBAA) es:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$  = Observaciones individuales

$U$  = Media poblacional general

$T_i$  = Efecto del tratamiento en (dosis): - esimo ) ( $i=1-2-3-5$ )

$B_j$  = Efecto del tratamiento (dosis): - esimo ( $i=1-2-3-5$ )

$E_{ij}$  = Error experimental

Las variables medidas en el presente trabajo se les realizaron un análisis de varianza. Prueba de Tukey y análisis simple de correlación.

Figura 1. Diseño de campo



Figura 2. Aplicación de fertilizante en corona. A, B y C) Aplicación en los Tratamientos 4, 2 y 3

## **2.3 Componentes del 15-4-23-4-2**

### **Nitrógeno**

Las fuentes nitrogenadas fueron

- ❖ Nitrógeno total: 15%.
- ❖ Nitrógeno nítrico: 6.3%.
- ❖ Nitrógeno amoniacal: 8.7%.

### **Magnesio**

Magnesio disponible (Mg) al 4 %.

### **Azufre**

Azufre disponible al 2 %

### **Microelementos**

Boro (B) 0.1%

Zinc (Zn) 0.1%

Cobre (Cu) 0.04%

### **Úrea mezclada con cloruro de potasio (KCl)**

#### **Urea al 46%**

Esta fue utilizada en el tratamiento 4 mezclada con el cloruro de potasio.

## **2.4 Labores culturales**

Durante el tiempo de realización del ensayo, se hicieron en práctica todas las labores propias para garantizar un buen desarrollo del cultivo, siguiendo el protocolo del control de calidad que se utilizan para manejar las fincas comerciales. Las labores realizadas se mencionan a continuación:

- ◆ Preparación del suelo.
- ◆ Selección y siembra de las semillas de banano.
- ◆ Riego
- ◆ Fertilización
- ◆ Control de arvenses
- ◆ Control de plagas y enfermedades
- ◆ Deshije
- ◆ Desvacote y desmane, desflore
- ◆ Encinte y embolse

### **Mahevides empleados para el montaje del ensayo:**

- ❖ Pita

- ❖ Cinta métrica
- ❖ Estacas (señalizadores)
- ❖ Letreros
- ❖ Vasijas
- ❖ Dinamómetro
- ❖ Balanza eléctrica
- ❖ Pintura en aerosol
- ❖ Escarapelas
- ❖ Fertilizantes (15-4-23-4-2), urea, KCl.

#### **A nivel de laboratorio se utilizó**

- ❖ Estufa
  
- ❖ Peso
- ❖ Molino eléctrico
- ❖ Agua destilada

#### **Manejo agronómico del experimento**

##### **Riego**

El sistema de riego empleado por la finca es por aspersión y se le aplican 8 mm diarios, cuando se fertilizaba luego se implementaba un riego de 30 minutos aproximadamente.

##### **Control de malezas**

El control de malezas se realizó de acuerdo a las labores establecidas por la administración de la finca, se hizo de forma química y en ocasiones en forma manual; se realizó el plateo antes de cada aplicación, este se hizo cada 4 semanas. El plateo químico se realizó cada 2 ó 3 meses según la necesidad.

### **Fertilización**

Esta se realizó con el programa establecido para el ensayo, el cual fue hecho de forma fraccionada en ciclos de 4 semanas.

La primera aplicación se realizó una vez se estableció el ensayo, luego se hizo cada 4 semanas, esta aplicación se hizo en forma de corona con una remoción de la tierra en el borde del plato a unos 30 cm de la base de la planta alrededor del hijo sucesor.

### **Las fuentes utilizadas para la fertilización fueron**

El fertilizante a evaluar, 15-4-23-4-2; urea al 46% y cloruro de potasio del 60%, Fuente y dosis de los elementos en g/planta aplicadas en el ensayo de fertilización, tal como se ve en el **Cuadro 1.**

**Cuadro 1. Fuentes y dosis de los elementos aplicados al ensayo por año**

Cuadro 1. Fuentes y dosis de los elementos aplicados al ensayo por planta y por ha/año

Tratamiento	Fuente	Dosis Gramos por planta	Dosis por ton/ha/año
1	15-423-4-2	61.4	1
2	15-423-4-2	85	1,5
3	15-423-4-2	106	2
4	Urea 46%	32	0,35
	KCl 60%	40	0,75
5	Urea 46%	100	17,5
	KCl 60%	100	2,1

**Fertilizante 15-4-23-4-2**

Es un fertilizante complejo de forma granulada de proceso industrial

**Variables de respuesta**

En el experimento se evaluaron los siguientes parámetros:

**Peso del racimo por planta:** Se tomó el peso de cada uno de los racimos de las plantas marcadas para la evaluación y se tabularon dichos pesos en sus respectivos cuadros.

**Número de manos del racimo:** Se enumeraron las manos de cada racimo de las plantas evaluadas y se tabularon los datos obtenidos.

**Número de dedos de la mano basal:** Se contaron los dedos de la mano basal superior en cada uno de los racimos evaluados.

**Número de dedos de la mano media:** Se contaron los dedos de la mano media en cada uno de los racimos y se tabularon los datos obtenidos.

**Número de dedos de la mano apical:** Se contaron los dedos de la mano apical (inferior) en cada uno de los racimos y se tabularon los datos.

**Calibre del dedo central de la mano basal, media y apical:** En cada uno de los anteriores parámetros se tomó el calibre del dedo central de cada una de estas manos con el calibrador utilizado para esto y fueron tabulados los datos obtenidos.

**Largo promedio en pulgadas (de pulpa a pulpa) del dedo central de la mano basal, media y apical (superior de los racimos):** Para estos se tomó la medida correspondiente a el dedo para tomar el largo alcanzando por los dedos de las manos y poder ser comparados con los parámetros comerciales manejados en la finca.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Variables de producción**

##### **3.1.1 Peso del racimo**

Los máximos promedios para esta variable, consignados en la **Tabla 1**, fueron de 29,73 y 29,28 hallados en los tratamiento 4 y 3, respectivamente y el menor valor de 27,45 correspondió al tratamiento 2.

El análisis de varianza para esta variable se presenta en la **Tabla 2**, mostró que no hubo diferencias significativas entre tratamientos con un factor de corrección de **16.416,45**, lo cual se confirmó al observar la prueba del Tukey de la **Tabla 3**, en donde se ve que hubo un comportamiento similar entre tratamientos, quiere decir, que todos los

tratamientos tuvieron estadísticamente igual influencia sobre el peso del racimo.

Tabla 1. Promedios del peso de los racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 2. Análisis de varianza del peso de los racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Tabla 3. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de los fertilizantes según las dosis aplicadas en el clon Gran Enano. En un ciclo de producción. Municipio zona bananera del Magdalena

De acuerdo con estos resultados se puede concluir que el peso de los racimos fue muy similar y conservo la misma tendencia en todos los tratamientos, sin embargo, numéricamente se ve que, cuando se utilizaron las dosis altas de 15-4-23-4 en el (T3), es decir 106 gramos por planta y mezclas de Úrea con KCl en dosis de 72 gr/planta (T4), el peso de los racimos aumentó en un 1%, en comparación con el testigo comercial, el cual presentó 28,70, tal como se ilustra en las Figuras 3 y 4.

Estos resultados se ajustan a lo descrito por XX algunos autores en la literatura. Ellos dicen que, una aplicación de Nitrógeno edáfica o foliar genera sobre la planta una respuesta rápida del área foliar, presentando las hojas vigorosas de color verde intenso, viéndose lógicamente reflejado en el fruto el cual es grande y con buen peso.

### **3.1.2 Número de manos por racimo**

En la Tabla 4, se observa que el promedio del número de dedos por mano fue similar entre tratamientos con valores que oscilaron entre 8,65 y 7,20 hallados en los T4 y T5, respectivamente.

De acuerdo con el análisis de varianza de la Tabla 5, el comportamiento de esta variable fue similar en todos los tratamientos, sin diferencia

significativas, con un FC. 1212. La prueba de Tukey de la **Tabla 3**, corroboró lo hallado en el ANAVA.

Figura 3. Promedio del peso del racimo en los cinco tratamientos, en un ciclo de producción

Figura 4. Racimos del clon Gran Enano. A) Racimos provenientes de una planta fertilizada con el 15-4-23-4 Tratamiento 3 y, con una mezcla de úrea con cloruro de potasio Tratamiento 4

**Tabla 4. Promedios del número de manos del racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción**

**Tabla 5. Análisis de varianza del número de manos del racimos bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción**

Lo anterior permite concluir que, el número de manos por racimo fue similar independientemente de la dosis o mezcla utilizada, es decir que el banano responde de forma muy positiva al uso de estos fertilizantes. Pero vale la pena resaltar que, el mayor número de manos lo presentaron las plantas fertilizadas con las mezclas de Úrea con cloruro de potasio (T4) y 2.5 ton/ha/año del 15-423-4-2, (Tratamiento 3).

En la **Figuras 5**, se observa que, cuando se aplicó Urea mezclado con cloruro de potasio en dosis 72 gr/planta, como fue el caso del testigo comercial (T5), se obtuvo un promedio 7.5 manos por racimo, pero cuando se fertilizó con 2.5 ton/ha/año del 15-4-23-4 (T3), y, Úrea mezclada con cloruro de potasio (T4), se hallaron más de 8.0 manos por racimo, respectivamente, es decir, que se encontró casi una mano más, favoreciendo lógicamente el peso de los racimos llegando a ser hasta de 29,73 kilogramos.

Estos resultados se ajustan a lo descrito en la literatura por algunos autores **XX**, por que ellos afirman que el Nitrógeno en dosis adecuadas favorece el largo del racimo e incrementa la cantidad de manos en el racimo. Además, Lara en 1970, menciona que en diferentes experimentos se ha demostrado el enorme beneficio, que tiene el potasio en el cultivo de banano, pues el número de manos y el peso del racimo aumenta en forma considerable.

Figura 5. Número de manos por racimo en los cinco tratamientos, en un ciclo de producción

### **3.1.3 Número de dedos por mano**

#### **3.1.3.1 Número de dedos en la mano basal**

Los promedios para este parámetro estuvieron entre un mínimo de 18.85 hallado en el tratamiento 2 y un máximo 20.58 hallado en el tratamiento 5, tal como se observa en la **Tabla 6**.

En la **Tabla 7**, del análisis de varianza se observa que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, la prueba de Tukey de la **Tabla 3**, confirma esta tendencia similar entre los tratamientos.

Los resultados permiten concluir, que para esta variable el mejor comportamiento lo tuvo el tratamiento 5, seguido muy de cerca por los tratamientos 1 y 3 Tal como se ilustra en la **Figura 6**. Esto quiere decir, que la mezcla de Úrea con cloruro de potasio, están favoreciendo la formación de mayor número de dedos en la mano basal. Sin embargo, los promedios hallados en los tratamientos 1 y 3, demuestran que el 15-4-23-4 en dosis bajas como altas aumentan el número de dedos de la mano basal, lo que quiere decir que, este fertilizante es asimilado en un forma muy favorable por la planta.

Tabla 6. Promedios del número de dedos de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 7. Análisis de varianza del número de dedos de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Figura 6. Número de dedos en promedio en la mano basal, media y apical analizada en cinco tratamientos, en un ciclo de producción

### **3.1.3.2 Número de dedos de la mano media**

De acuerdo con la **Tabla 8**, los promedios más altos para esta variable oscilaron entre 18.53 y 19.25 hallados en los Tratamientos 3 y 5, respectivamente y, los valores más bajos fueron de 17,68 y 17,93 encontrados en los Tratamientos 1 y 2.

El análisis de varianza de la **Tabla 9**, mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, esto lo confirma la prueba de Tukey de la **Tabla 3**.

Al igual que en el parámetro anterior, el Tratamiento 5, fue el que más favoreció la formación de dedos en la mano media, seguido muy de cerca por el tratamiento 4 y 3. Lo anterior permite definir que tanto las dosis de altas 15-4-23-4, la mezcla de urea y cloruro de potasio mezcla utilizada por la finca, favorecen de manera muy similar la formación de mayor número de dedos, tanto en la mano basal como en la mano media. Al observar esto, sería recomendable usar la alta dosis del 15-4-23-4, se deben combinar para que eficacia sea más relevante en el producto final (fruta); como en todas las mezclas se debe tener en cuenta algunas recomendaciones.

Tabla 8. Promedios del número de dedos de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 9. Análisis de varianza del número de dedos de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

### **3.1.3.3 Número de dedos de la mano apical**

En la **Tabla 10**, se ve que los promedios para esta variable oscilaron entre 17.80 y 17.30 hallados en los tratamientos 4 y 1, respectivamente, es decir que el mayor valor se presentó cuando se utilizó la mezcla de úrea más cloruro de potasio y el menor valor se presentó cuando se utilizó la mezcla entre el Urea el KCl.

El análisis de varianza de la **Tabla 11**, mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, esto se ve, en la prueba de Tukey de la **Tabla 3**.

De acuerdo con los numerales **3.1.3.1** al **3.1.3.3**, se puede deducir que, en el clon Gran Enano, el número de dedos de la mano basal, media y apical se ve especialmente favorecida por la aplicación de 106 gramos por planta de 15-4-23-4 y por la utilización de las mezclas de Úrea con KCl, tal como se ilustra en la **Figura 7**.

Con base en lo anterior, se puede usar el 15-4-23-4 en dosis de 106 gr/planta o la mezcla entre Úrea y KCl (Teniendo en cuenta lo dicho con anterioridad sobre la mezcla). La elección del producto o de la mezcla, va

a depender de la necesidad que tenga el productor, y de los costos del producto a utilizar.

Tabla 10. Promedios del número de dedos de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 11. Análisis de varianza del número de dedos de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Figura 7. Promedio del calibre del dedo de la mano basal, media y apical analizada en cinco tratamientos, en un ciclo de producción

### **3.1.4 Calibre promedio del dedo**

#### **3.1.4.1 Calibre del dedo de la mano basal, media y apical**

Los resultados obtenidos para estos tres parámetros se registran en las **Tablas 12 a la 17**. De acuerdo con las **Tablas 12, 14 y 16** los promedios estuvieron de la siguiente forma:

Calibre del dedo de la mano basal, (Mayor valor T5=45.95 y menor T4=45.10).

Calibre del dedo de la mano central, (Mayor valor T4=47.33 y menor T5=44.32).

Calibre del dedo de la mano apical, (Mayor valor T3=42.60 y menor T1=41.95).

Tabla 12. Promedios del calibre del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 13. Análisis de varianza del calibre del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Tabla 14. Promedios del calibre del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 15. Análisis de varianza del calibre del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Tabla 16. Promedios del calibre del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 17. Análisis de varianza del calibre del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Los Análisis de varianza de las **Tablas 13, 15 y 17**, muestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. En términos generales, el comportamiento fue similar sin diferencias significativas entre todos los tratamientos, incluyendo el testigo comercial, para estos tres parámetros evaluados, tal como se observa en la **Tabla 3** y, se ilustra en la **Figura 8**.

Es importante resaltar que, en el caso del calibre del dedo de la mano central de la mano media el mayor valor hallado se presentó en el tratamiento 4 superando numéricamente hasta en 1% a todos los demás tratamientos, excepto el Tratamiento 3, el cual presentó un valor muy cercano.

Esto quiere decir, que la mezcla con Úrea y el cloruro de potasio no solamente benefician el peso del racimo y el número de manos en el racimo, sino que favorecen considerablemente el calibre del dedo central, característica que es muy importante al momento de seleccionar el banano para exportación pero, se está hablando de una mezcla la cual de acuerdo con el **Anexo 1**, tiene una compatibilidad limitada, es decir, que corre el riesgo de sufrir incompatibilidad entre estos dos productos al transcurrir un tiempo determinado.

Figura 8. Manos de Racimos del clon Gran Enano. A) Manos de banano de muy buena calidad provenientes de racimos de plantas fertilizadas con altas dosis del 15-4-23-4 Tratamiento 3

Mientras que el buen comportamiento del Tratamiento 3, es decir las dosis de 106 gr/planta del 15-4-23-4, lo presenta como una gran alternativa para cumplir con los requisitos que exige el banano de exportación. Ya que se refiere un solo producto que reúne características muy similares a las halladas al utilizar la mezcla del Tratamiento 4 lo cual reduce costos y se evita el riesgos de perder producto por incompatibilidad, ya que esta mezcla presenta compatibilidad media **Anexo1**.

### **3.1.5 Largo del dedo**

#### **3.1.5.1 Largo del dedo central de la mano basal, media y apical**

Los promedios y los análisis de varianza obtenidos para esta variable, se encuentran consignados en las **Tablas 18 a 23**, respectivamente. En las **Tablas 18 a 22**, se observan los promedios máximos y mínimos para este parámetro así:

Largo del dedo central de la mano basal estuvieron entre 19,95 y 20,92 en los Tratamientos 3 y 2.

Largo del dedo central de la mano media se hallaron entre 20,85 y 21,50 en los Tratamientos 3 y 1.

Largo del dedo de la mano apical oscilaron entre 19,50 y 20,68, respectivamente.

Tabla 18. Promedios del largo del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 19. Análisis de varianza del largo del dedo central de la mano basal bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Tabla 20. Promedios del largo del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 21. Análisis de varianza del largo del dedo central de la mano media bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

Tabla 22. Promedios del largo del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción, para un ciclo de producción

Tabla 23. Análisis de varianza del largo del dedo central de la mano apical bajo el efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción para un ciclo de producción

El análisis de varianza de las **Tablas 19 y 23**, mostró que no hubo diferencias significativas entre tratamientos tanto para el parámetro del largo del dedo de la mano basal como la apical. Por el contrario, si hubo diferencias altamente significativas para la variable calibre promedio del dedo central de la mano media.

La prueba de Tukey de la Tabla 3, confirmo la hallado en el ANAVA, en donde se ve que hubo un comportamiento similar entre tratamientos sin diferencias en cuanto largo del dedo de la mano basal y apical. Pero si se halló diferencias significativas entre tratamientos y entre repeticiones en lo que se refiere al calibre promedio del dedo central de la mano media.

En la zona bananera del Magdalena, para banano de exportación no es tan importante el parámetro largo del dedo de la mano media, sino es el largo promedio de la segunda mano basal, pero este no el único parámetro en la evaluación que se tiene en cuenta para la exportación de esta valiosa fruta.

En cuanto al Tratamiento 5 y el 1, indiscutiblemente presentaron los mayores promedios para este parámetro, lo que quiere decir que una buena fertilización ya sea con el 15-4-23-4 ó las mezclas de Úrea con KCl, favorecen la formación de excelentes racimos, listos para exportación. Estos resultados se ajustan a lo establecido por algunos autores, quienes coinciden en decir que las dosis adecuadas de fertilizantes nitrogenados

generan racimos de muy buena calidad. Igualmente, otros autores como es el caso del Lara dicen que el potasio en dosis adecuada genera mayor número de manos por racimo.

En síntesis, la fertilización favorece de forma directa sobre el producto final, en decir el banano, por ello las fuentes y las dosis adecuadas son muy importantes en este proceso. En esta investigación es importante resaltar que a pesar, que el **Tratamiento 4**, dado que la mezcla en un experimento se realiza con todas las garantías, ya en una extensión por su extensión la preparación de la mezcla podría ocasionar deterioro de la misma.

- ❖ Así, cuando se va a aplica Úrea al suelo, este debe estar a capacidad de campo.
- ❖ La mezcla entre Úrea y KCl, debe utilizarse el mismo día que se prepara y, antes de las 10 de la mañana para evitar la fotodescomposición y volatilización de los fertilizantes mezclados.

En cuanto al **Tratamiento 3**, este tuvo un comportamiento excelente en la mayoría de los parámetros, excepto en el largo del dedo central de la mano media. Pero este no es el único parámetro que se tiene en cuenta

en la evaluación de la exportación de banano hacia los mercados externos.

El **Tratamiento 2**, presentó un buen comportamiento, sin embargo, numéricamente presentó en la mayoría de los parámetros los promedios más bajos comparado con los demás tratamientos. Esto se debe a que la dosis del fertilizante 15-4-23-4-2 fue media, lo que indica que en el cultivo de banano es muy importante una determinada y adecuada dosis para obtener un buen racimo.

El **Tratamiento 5**, su desempeño de los 13 parámetros evaluados solo 5 de ellos presentaron los más altos promedios. Sin embargo de este tratamiento mostró la mejor conducta a pesar de ser una mezcla de fertilizantes.

El **Tratamiento 1**, su comportamiento fue similar al tratamiento anteriormente descrito, pero con la diferencia que el tratamiento 1 no es una mezcla de fertilizantes.

### **3.2 Correlación**

El Análisis de correlación simple de las variables de producción, en el clon Gran Enano, para el Tratamiento 3, en la finca el Trébol, mostró que hubo correlación positiva entre la variable dependiente calibre promedio del dedo central de la mano media y entre las variables independientes, largo del dedo central de la mano basal y el peso del racimo en un rango del 0.5%. Esto evidencia que existe una relación directa entre estos parámetros y que va incidir en el producto final el “racimo” y la calidad del mismo, por esto es importante que todas las labores culturales para el cultivo del banano se lleve a cabalidad y en el tiempo propicio, pues un error ó un atraso, adelanto de la misma labor va a repercutir en la producción del racimo de banano, como es el caso de la labor fertilización que es muy importante, pues la respuesta de la misma se ve en la producción del racimo, la calidad y cantidad de cajas que se puedan llenar con un racimo.

### **3.3 Análisis de tejido foliar**

En el Cuadro 3, se observa la diferencia que existe entre los contenidos de Nitrógenos (N), Fósforo (F), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) entre otros elementos , los cuales se encuentran acumulados en el área foliar para cada tratamiento a los 9 meses del cultivo del banano al compararlos con los datos de macro y micro nutrientes para el cultivo del banano y, los niveles críticos para este mismo cultivo, según la **United Fruti Company** según el Anexo 2.

Se ve en el **Cuadro 3**, que el contenido de Nitrógeno (**N**), en las hojas de los **Tratamientos 1 y 4** se encuentran por debajo del nivel (2,50 me /100g), mientras que en otros como los Tratamientos 5, 3 y 2 la asimilación del fertilizante es optima.

- ❖ Contenido de Fósforo (**P**), en todos los Tratamientos está en el rango de (0,11 - 0,15%).
- ❖ Contenido de Magnesio (**Mg**), en todos los Tratamientos estuvo entre el rango de (0,11 – 0,19), lo que indica niveles bajos de asimilación.
- ❖ Contenido de Azufre (**S**), en la hojas de todos los Tratamientos oscilo entre (0,11 – 0,1%), lo que indica niveles bajos de asimilación.
- ❖ La Asimilación de los elementos menores en general se presenta en forma optima.

En la literatura citada, Twyford y Walmsley, dicen haber encontrado que las concentraciones de cualquier nutriente varia de un órgano a otro dentro de la planta. Así, por ejemplo: la concentración de materia seca de las hojas no emergidas fue de 3,5%, pero en el cormo al parecer se mantuvo en 0,5%. Ellos también encontraron en las Islas Windward, que mientras las concentraciones de nutrientes variaron de un sitio a otro, la

distribución en la concentración de nutrientes de órgano a órgano dentro de la planta fue similar para todos los sitios.

En recientes investigaciones se determinaron que entre todos los órganos, las hojas son las menos afectadas por la temperatura, de allí que esta parte de la planta parece ser más confiable que otras para el muestreo. Las concentraciones de un nutriente puede variar considerablemente dentro de un órgano y esto es especialmente cierto para los tejidos que conforman a la hoja.

Los órganos que son más confiables para el muestreo de **K, P, Fe y Ca**, están más concentrados cerca de la base de la hoja, mientras que el **N, Mg, Mn**, se encuentran más cerca de la punta de la hoja.

Al observar los niveles críticos de los elementos, de acuerdo con el **Anexo 2**, se ve que en esta investigación en general los valores estuvieron por debajo y, esto pudiera estar relacionado con las dosis aplicadas y con los fertilizantes utilizados.

## **ANÁLISIS FOLIAR DE LOS TRATAMIENTOS**

Los **Anexos 3 a 8**, contienen los análisis foliares hechos para los 5 Tratamientos y fueron realizados en el laboratorio de “Agrosoil Lab”. De acuerdo con estos análisis se pudo definir que las dosis bajas del fertilizante 15-4-23-4, bajaron los niveles de los macroelementos, lo cual lógicamente se vio reflejado en las variables de producción evaluadas. Así, en el Tratamiento 1, en el cual se utilizaron estas dosis se presentó el menor promedio de peso en el racimo.

El mejor comportamiento con racimos de excelente calidad y muy buen peso, se presentó en el Tratamiento 3, en donde se utilizó una dosis alta del al 15-4-23-4 y, lógicamente se vio reflejado en los resultados de acuerdo con el **Anexo 7**, en donde se ve que el Nitrógeno y el Fósforo, se hallaron en forma media en las hojas, sin embargo el **K, Mg y Ca** se encontraron en proporciones bajas.

En cuanto al Tratamiento 4, es decir, la mezcla entre Úrea y KCl, se encontró en el análisis que los Tejidos foliares no están asimilando bien la Úrea y el KCl, porque se hallaron en proporciones bajas de acuerdo con el **Anexo 4**, mientras que el Fósforo se presentó en forma intermedia. Es decir que esta mezcla pareciera estar favoreciendo la mejor asimilación de los elementos menores por parte de la planta, esto se ve en el mismo anexo en donde el Na, S, Fe, B, Cu, Mn y el Zn se hallaron en forma media en las hojas.

En cuanto al Testigo Comercial, el presentó un buen comportamiento en las variables de producción, es decir que la mezcla entre Úrea y KCl genera frutos y racimos de muy buena calidad, esto se debe a que los niveles de Nitrógeno y Fósforos, se encuentran en forma media al igual que todos los elementos menores excepto el Mg, como se ve en el **Anexo 3**.

### **Rentabilidad**

La rentabilidad de una hectárea sembrada a 2.5 m tendrá una densidad de siembra de 1840 plantas, si el terreno es de 1.40 tendremos 2576 racimos/ha/año por un ratio de 1 (como mínimo) nos arroja 2576 cajas/ha/año . Si el precio actual de la caja se encuentra entre 3.5 y 4.6 dólares se tendrán unos ingresos por hectárea aproximadamente \$ 24.343.200 - \$31.993.920.

Por lo tanto si el costo de producción de una hectárea es de \$19.544.969 y los ingresos de la misma oscilan entre \$ 24.343.200 y \$31.993.920. Tendremos ganancias aproximada por hectárea /año de \$ 4.798.231 y \$ 12.448.951.

Todo depende del valor de la caja, el precio del dólar, rendimiento de la fruta y el retorno del cultivo.

## **4. CONCLUSIONES**

El presente trabajo de investigación realizado en el municipio zona bananera del Magdalena, permitió obtener las siguientes conclusiones:

Se observa en el análisis estadísticas que no existe diferencias significativas entre las diferentes variables, tales como promedio del peso del racimo, número de manos por racimo, número de dedos de la mano basal, media y apical, calibre promedio del dedo central de la mano basal, media y apical, entre éstos el único que presenta diferencias significativas es el calibre promedio del dedo central de la mano media, el cual presenta significancia a el 5%.

Esto significa que el producto 15-4-23-4-2 aplicado al suelo se comporta de manera favorable para el cultivo de banano, ya que no hay diferencia

estadística entre los tratamientos que utilizaron 15-4-23-4-2 y el tratamiento que utilizó el producto convencional como es la Úrea + KCl convirtiéndose en una alternativa para la fertilización de este cultivo, solo queda seguir realizando ensayos para lograr conseguir la dosis ideal que mantenga el rendimiento del cultivo y que sea rentable para el productor, ya que se observa una ligera diferencia entre los tratamientos a nivel de los datos promedios, tal es el caso del peso promedio del racimo, el cual demostró que el tratamiento 3 con valores de 29.73 y 29.28 Kg., respectivamente en relación con los demás tratamientos con menores valores variable que es fundamental para el rendimiento y calidad del banano exigido por las comercializadoras el cual garantiza a los productores una buena rentabilidad.

Para el calibre promedio del dedo central de la mano basal, el cual es otro de los parámetros exigidos por las comercializadoras en cuanto a calidad, se encontró un comportamiento similar entre todos los tratamientos, demostrando datos favorables los cuales estuvieron entre 45.10 y 45.95, ya que el mínimo en calibración exigido a nivel comercial es de 40 siendo el óptimo 45 y el máximo 48 grados.

La mezcla de Úrea con el KCl ( Úrea 46% y KCl 60%), fue el tratamiento que presentó el mejor comportamiento con un peso en el racimo de 29.73 con un número de manos por racimo de 8.65 y con un largo del dedo central de la mano media con un valor promedio de 20.05 en relación con el testigo comercial obtenido.

La aplicación de 15-4-23-4-2 en dosis de 2.5 ton/ha/año presentó un comportamiento favorable en la mayoría de los parámetros, lo cual se convierte en una alternativa viable para el cultivo del banano

Los 5 tratamientos del ensayo mostraron que son iguales hablando estadísticamente, lo que quiere decir que al aumentar la fertilización no aumenta la productividad de la exportación.

En cuanto a los bajos contenidos de los nutrientes en los tejidos foliares de todos los tratamientos demuestran que probablemente los suelos de la finca “ El Trébol” presentan problemas, para la asimilación de nutrientes.

## **BIBLIOGRAFÍA**

HAARER, A.E. Producción moderna de Bananas. Traducido Jaime Esain Escobar. Zaragoza. Acribia S.E. 174p.

INPOFOS, Fertilización del banano. 1992. 71pg.

LARA, E.É. Problemas y procedimientos bananeros en la zona atlántica de Costa Rica. Trejos Hnos. San José. 1970. 278p.

MARTINEZ, Edigso; SANCHEZ, Adriana; COLMENARES, Ciolis. Estudios de fertilización con NPK en banano en suelos de Oxaca. Ediciones Mundi: Barcelona. 1993.

OCHOA, O. Aspectos sobre fertilización del banano. (Musa Acuminata), en la zona de Urabá. En: AUGURA 6. 1980. Colombia.

OSBORNE R.F. The effect of frequency of application of Nitrogen, Phosphate and Potash fertilizer on location bananas in Jamaica. Trop. Agriculture 1991. 8 p.

PREVEL, Martín. Les Elements Mineraux Dans le Bananier Et Dan Son Regime. Fruti 17. 1964. 128p.

# **ANEXOS**



Anexo 1. Análisis de tejidos foliares según la United Fruit Company

Anexo 2. Análisis de suelo del lote utilizado para el ensayo

Anexo 3. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 5 (Testigo)

Anexo 4. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 4

Anexo 5. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 1

Anexo 6. Análisis de tejidos foliares Tratamiento 2

Anexo 7. Análisis de tejidos foliares del Tratamiento 3