

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE AGRONOMIA**

**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE BIO-ESTIMULADORES DE  
DESARROLLO RADICULAR EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BANANO  
(*MUSA SAPIENTUM*L.), EN LA FINCA 03, DE LA EMPRESA TACUBA S.A., EN  
EL MUNICIPIO DE OCOS, SAN MARCOS**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Presentado a autoridades de la División de Ciencia y Tecnología  
Del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala.**

**POR:**

**JOSUE DAVID CHOJOLAN MORALES**

**Previo a conferírsele el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA**

**En el grado académico de:**

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Quetzaltenango, febrero de 2016.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

Rector Magnífico: Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo.  
Secretario General: Dr. Carlos Enrique Camey

**CONSEJO DIRECTIVO**

Directora General del CUNOC: Licda. María del Rosario Paz C.  
Secretaria Administrativa: MSc. Silvia Del Carmen Recinos C.

**REPRESENTANTES DE LOS CATEDRATICOS**

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa.  
Ing. Edelman Monzón

**DIRECTOR DE LA DIVISION DE LOS EGRESADOS**

PhD. Emilio Búcaro Echeverría.

**DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

**PRESIDENTE**

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

**EXAMINADORES**

Ing. Agr. William Villatoro

Ing. Agr. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

Ing. Agr. Hector Alvarado Quiroa

**SECRETARIO**

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

**DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de graduación “. (Artículo 31 del reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente y Artículo 13 de la ley Orgánica de La Universidad de San Carlos de Guatemala).

**Quetzaltenango, febrero de 2016**

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO**

**HONORABLES AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

**HONORABLE MESA DE ACTO DE GRADUACIÓN Y JURAMENTACIÓN**

De manera muy atenta y de acuerdo con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del reglamento General de Evaluación y promoción del estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del normativo de Evaluación y promoción del Estudiante del Centro Universitario de Occidente: tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE BIO-ESTIMULADORES DE  
DESARROLLO RADICULAR EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BANANO  
(*MUSA SAPIENTUM*L.), EN LA FINCA 03, DE LA EMPRESA TACUBA S.A., EN  
EL MUNICIPIO DE OCOS, SAN MARCOS.**

**Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en  
Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en  
Ciencias Agrícolas.**

**Atentamente con muestras de respeto y admiración.**

**Josué David Chojolán Morales.**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

## **ACTO QUE DEDICO.**

### **A DIOS**

Quien me ha dado la fortaleza y paciencia para vencer cada obstáculo que se ha presentado en mí caminar y me ha brindado la sabiduría suficiente para alcanzar mis metas y mis más anhelados sueños

### **A MIS PADRES**

Tranquilino Chojolán

Aleyda J. Morales de Chojolán

Quienes me han brindado sus consejos y su apoyo logrando así este éxito profesional.

### **A MI PROMETIDA**

Lourdes Mariela Hernández López

Por su amor incondicional y apoyo en mis años de estudio acompañándome en este éxito.

### **A MI HERMANO**

Abner E. Chojolán Morales

Gracias por su apoyo incondicional y sus muestras de cariño.

### **A MIS TIOS**

Por haberme apoyado cuando lo necesite, en especial a José Víctor, Danilo, Tereso, Juan José.

### **A MIS AMIGOS**

Por brindarme y demostrar su amistad en todo momento, Jose Aleman, Otto Castillo, Esteban Monzon, Jose Chay, Pedro Navarro y en especial a mi hermano del Alma Christian Rabanales.

## **AGRADECIMIENTO**

- A:** Todos los catedráticos de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de Occidente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por tan bella y digna labor de transmitir sus conocimientos.
- A:** Agroindustrias Hame, por permitirme realizar mi investigación dentro de la empresa Tacuba S.A.
- A:** Ing. Agr. William Villatoro, PhD Luis Fernando Aldana de León, por asesorar profesionalmente esta investigación.
- A:** Todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de la presente investigación.

**Respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapiente*L.), en la finca 03, de la empresa Tacuba S.A., en el municipio de Ocos, San Marcos**

## INDICE GENERAL

<b>CAPITULO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
	RESUMEN .....	1
1.	INTRODUCCION .....	2
1.2	OBJETIVOS.....	4
1.3	HIPOTESIS.....	5
2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.2.2	Hojas .....	6
2.2.3	Tallo .....	7
3.	MATERIALES Y METODOS .....	12
3.1	MARCO REFERENCIAL.....	12
3.2	METODOLOGIA.....	13
3.2.1	Descripción de la investigación .....	13
3.2.2	Descripción del diseño experimental.....	13
3.2.3	Descripción de los tratamientos .....	14
3.2.4	Modelo matemático .....	14
3.2.5	Unidad Experimental.....	14
3.2.6	Descripción de las variables de respuesta .....	15
3.2.7	Manejo agronómico .....	16
3.2.8	Descripción de los análisis .....	17
3.2.9	Recursos .....	18
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	19
5.	CONCLUSIONES.....	25
6.	RECOMENDACIONES.....	26
7.	Literatura Consultada .....	27
8.	Anexos.....	29

## Índice de cuadros

<b>Cuadro No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1	Tratamientos Utilizados en respuesta al desarrollo radicular de productos estimulantes .....	14
Cuadro 2	Descripcion de los recursos utilizados en la investigacion... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 3	Análisis de varianza para la conversión del racimo a cajas de primera calidad según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.).....	19
Cuadro 4	Prueba de medias para la conversión del racimo a cajas de primera calidad según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.) <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 5	Análisis de varianza para raíces efectivas según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.).....	<b>¡Error! Marcador no definido.0</b>
Cuadro 6	Prueba de medias para raíces efectivas según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.).....	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
Cuadro 7	Análisis de varianza para crecimiento en altura según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.).....	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
Cuadro 8	Análisis de varianza para el crecimiento en perímetrosegún la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.....	22
Cuadro 9	Prueba de mediaspara el crecimiento en perímetrosegún la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> L.).....	22
Cuadro 11	Cuadro de Costos Grupo HAME, Finca 03 Tacuba S.A. ....	23

<b>Figura No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
Figura 1	Conversion por racimo. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.29</b>
Figura 2	Porcentaje por raices. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.29</b>
Figura 3	Perimetro de Pseudotallo. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.30</b>
Figura 4	Distribucion de los tratamientos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.31</b>
Figura 5	Dosis recomendada. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.31</b>

## RESUMEN

La investigación de la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.), en la finca 03, de la empresa Tacuba S.A., en el municipio de Ocos, San Marcos, se realizó con el propósito de aumentar el rendimiento en un área con problemas de deficiencia nutricional. Esto se hizo mediante la aplicación directa de ácidos carboxílicos y cultivos bacteriológicos a la plantación. Según especificaciones técnicas cada uno de los productos evaluados proporciona un mejor rendimiento por unidad de fertilizante aplicado, logrando esto al tener una mayor cantidad de raíces efectivas. Los resultados fueron evaluados mediante la conversión de racimos a cajas, además de evaluar factores como la cantidad de raíces efectivas emitidas, crecimiento de las plantas y aumento del diámetro.

El diseño experimental utilizado fue el de Completamente al Azar, los tratamientos evaluados en la investigación fueron tres; el Testigo, Ácidos Carboxílicos y Cultivo Bacteriológico con dosis de dos y un litro por hectárea respectivamente para los productos. En los resultados se presentó una diferencia estadísticamente significativa en las siguientes variables; conversión, cantidad de raíces efectivas y el perímetro de las plantas.

Se concluye que el efecto de ácidos carboxílicos y las bacterias aplicadas al cultivo de banano tienen un efecto positivo, ya que los resultados que se presentaron demuestran que existió una mayor cantidad de raíces emitidas por la planta. Se recomienda realizar una investigación en donde se puedan utilizar otros tipos de productos y comprobar cuál de ellos es mejor y así poder tomar criterios para verificar su pronta aplicación a las unidades productoras.

## 1. INTRODUCCION

Según el Índice sectorial de Economía (ISDE), el cultivo de banano *Musa sapientum* nivel mundial, ha crecido rápidamente en un 5% más en la última década, esto denota que este cultivo está tomando un gran auge y que su producción es relativamente alta, además de presentar una rentabilidad cerca del 100%, factor determinante ya que comparado con otros cultivos tropicales de exportación no puede encontrarse tal similitud.

Guatemala es uno de los mayores cultivadores de banano a nivel mundial, posicionándose en el octavo lugar y también uno de los más competitivos, la eficiencia del cultivo está en el Top 3 mundial. Esto se debe a que en los últimos 5 años este cultivo creció un 7% anual, cuenta con un manejo sistematizado además que este cultivo no sufrió la crisis económica, que vivió su principal mercado importador en los años 2008 a 2014, siendo los Estados Unidos de Norteamérica. (ISDE Banano)

En el cultivo de banano para exportación, el rendimiento se mide por la cantidad de cajas de primera calidad obtenidas por hectárea de cultivo, un rendimiento óptimo se encuentra entre las 3,500 cajas por hectárea por año, esto se obtiene mediante la conversión existente entre los racimos cortados por hectárea. La conversión es un factor de peso existente entre cajas producidas y racimos cosechados.

Según Hernández, C.<sup>(3)</sup>, en cualquier cultivo existen factores que limitan su adecuada nutrición; como puede ser la inmovilización de iones del suelo, el deficiente acceso nutricional y la baja dinámica radicular. Incidiendo todo ello en una limitada eficiencia nutricional, medida en términos del rendimiento de producción de alto valor económico por unidad de fertilizante aplicado.

La finca 03 de Tacuba S.A. del municipio de Ocos, departamento de San Marcos, donde se realizó dicha investigación cuenta con 43.2 hectáreas que se tienen categorizadas como aéreas nutricionalmente deficientes, de un total de 272 hectáreas. Esto representa un problema ya que no se obtiene el rendimiento óptimo requerido por la empresa y representa costos altos.

Al identificar el área problemática, se tomó la decisión por parte del departamento de investigación, de realizar la evaluación de bioestimulantes que permitiera resolver los problemas nutricionales. La investigación que se hizo es la aplicación de dos productos comerciales siendo Nutrisorb® (ácidos carboxílicos) y Aquaklin® (Cultivos Bacteriológicos), para la estimulación de la exudación de raíces (pelos absorbentes) y así

la planta puede aprovechar de una mejor manera los nutrientes que fueron aplicados en forma de fertilizante al suelo, para determinar el efecto se midieron la vigorosidad de la planta en la etapa de desarrollo, y como última variable medible fue la conversión de racimos a cajas y cajas por hectárea.

Los productos que se aplicaron son acondicionadores fisiológicos de la raíz, que permiten regular controladamente la dinámica radicular para incrementar la toma y translocación de los nutrientes en la planta, sustentando la dinámica radicular y el vigor durante todas las etapas de desarrollo del cultivo y primordialmente en las más críticas, favoreciendo el movimiento basipetalo de los nutrientes.

Todo lo mencionado anteriormente representó un mayor ingreso de nutrientes por unidad de área de raíz y tiempo, lo cual proporcionó una alta asimilación de nutrientes, sobre todos los elementos difíciles como calcio, fósforo y hierro, disminuyendo los desórdenes fisiológicos por desequilibrios nutricionales. Entre los tratamientos el de mayor conversión (1.28) fue el de cultivos bacteriológicos y el que le siguió en conversión (1.26) fue el de ácidos carboxílicos, el testigo absoluto no presentó un aumento en la conversión (1.24).

## 1.2 OBJETIVOS

### GENERAL

- Mejorar el rendimiento del cultivo de banano con la aplicación de bio-estimuladores radiculares como solución a las aéreas con problemas nutricionales.

### ESPECÍFICOS

1. Determinar el efecto sobre el rendimiento en cajas por hectárea de la aplicación de los bio-estimuladores radiculares(Ácidos Carboxílicos y cultivo bacteriológico).
2. Establecer la relación entre los componentes del rendimiento y cajas por hectárea del cultivo de banano variedad Gran Naine, como resultado de la aplicación de productosestimulantes de desarrollo radicular (Ácidos Carboxílicos y cultivo bacteriológico).
3. Comprobar a través de análisis económicos la rentabilidad del uso de los estimulantes de crecimiento radicular.

## 1.3 HIPOTESIS

### Hipótesis Nula

- **Ho<sub>1</sub>** No existen diferencias estadísticamente significativas respecto al rendimiento en cajas por hectárea de banano como resultado de la aplicación de bio-estimuladores radiculares.
- **Ho<sub>2</sub>** No existen diferencias estadísticamente significativas respecto a los factores de producción (altura de la planta, diámetro del pseudotallo, raíces efectivas) como resultado de la aplicación de bio-estimuladores radiculares.

### Hipótesis Alternativa

- **Ha<sub>1</sub>** Existen diferencias estadísticamente significativas respecto al rendimiento en cajas por hectárea de banano como resultado de la aplicación de bio-estimuladores radiculares.
- **Ha<sub>2</sub>** Existen diferencias estadísticamente significativas respecto a los factores de producción (altura de la planta, diámetro del pseudotallo, raíces efectivas) como resultado de la aplicación de bio-estimuladores radiculares.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Descripción general del cultivo de banano Variedad Gran naine.**

Según la variedad de la planta del banano alcanza de 3 hasta 3.5 metros de altura, constituye una planta herbácea, perenne. Su tallo está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas más viejas. Al emerger las hojas por la parte superior del tallo, se van desarrollando hasta alcanzar 2 o más metros de largo, 60 centímetros o más de ancho, con una nervadura central que divide la hoja en dos láminas.

Su sistema radicular está formado por un rizoma central de cuya base se forman numerosas raíces, cortas y cilíndricas. Estos rizomas desarrollan varias yemas de las cuáles hacen hijuelos que al dejarlos desarrollar constituirán nuevas plantas y servirán para ir sustituyendo a las que han producido sus frutos. Estos rizomas (cabezas) son los que también se utilizan para iniciar nuevas plantaciones.

A los 10 meses después de sembrados los rizomas aparece el botón floral, entre el cilindro de hojas y su largo pedúnculo se arquea completamente. Este botón floral puede estar formado por flores femeninas y masculinas, abortivas, es decir, que no hay fecundación, formándose los frutos por ensanchamiento del ovario. Puede haber hasta 400 o más flores en un botón floral, estando dispuestas en grupos (manos) de 6 a 20, formándose hasta 10 o más grupos por racimo. Al principio las flores están dispuestas hacia abajo y conforme se van desarrollando los frutos se curvan hacia arriba.

A los 8 o 9 meses después de la siembra de los rizomas o 2 meses después de aparecer la yema floral los racimos están listos para ser cosechados.(5)

### **2.2 Descripción Morfológica**

#### **2.2.1 Planta**

Planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3 a 3.5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

#### **2.2.2 Hojas**

Son muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m. de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro.

De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5-6 cm. de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1-2 m de largo. Éste lleva una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas, de color rojo púrpura, cubiertas de un polvillo blanco harinoso; de las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores.

### 2.2.3 Tallo

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

### 2.2.4 Flores

Las flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloide.

El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera.

Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada "mano", que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14.

### 2.2.5 Fruto

Fruto oblongo; durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geo trópicamente, según el peso de este, hace que el pedúnculo se doble. Esta reacción determina la forma del racimo.

Los bananos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos; siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los bananos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, que desarrollan una masa de pulpa comestible sin la polinización.

La mayoría de los frutos de la familia de las Musáceas comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.(5)

### 2.2.6 Sistema radicular.

Este se encuentra constituido por raíces primarias y secundarias que son de un color blanquecino y de composición fibrosa, estas se producen constantemente pero que su emisión se reduce drásticamente al momento de la floración. Las raíces primarias pueden alcanzar un diámetro entre 5 a 8 mm y una longitud de hasta 3 mts. Sin embargo la mayoría de las raíces se encuentran entre los primeros 50 cm del suelo. La planta posee

la capacidad de reposición en caso existiera perdida de raíces por factores como los nematodo o cualquier otro agente.

## **2.3 Requerimiento climático**

### **2.3.1 Altitud**

El banano es una planta que se desarrolla en condiciones óptimas en las regiones tropicales, que son húmedas y cálidas. Las plantaciones comerciales se desarrollan a alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre los 0 y 500 metros.

### **2.3.2 Latitud**

Las mejores condiciones para el cultivo del banano se dan entre los 15° latitud norte y 15° latitud sur.

### **2.3.3 Temperatura**

Requiere de temperaturas relativamente altas que varían entre los 21 y los 30 grados centígrados con una media de 27. Su mínima absoluta es de 15.60 y su máxima de 37.80 grados centígrados.

Exposiciones a temperaturas mayores o menores causan deterioro y lentitud en el desarrollo, además de daños irreversibles en la fruta.

### **2.3.4 Precipitación**

Se considera suficiente suministrar de 100 a 180 milímetros de agua por mes o sea que haya una precipitación anual de 2,000 milímetros promedio, para cumplir con los requerimientos necesarios de la planta.

### **2.3.5 Luminosidad**

La fuente de energía que utilizan las plantas, es la radiación solar, y se considera que el mínimo de luz para producir una cosecha económicamente rentable es de 1,500 horas luz por año, con un promedio de 4 horas de luz por día.

La duración del día es de gran importancia y depende de la altitud, nubosidad, latitud y cobertura vegetal.

### **2.3.6 Vientos**

Los suaves desgarres causados en la lámina de la hoja por el viento, normalmente no son serios cuando las velocidades del viento son menores a los 20 a 30 kilómetros por hora.

Los daños ocurren cuando la velocidad es alta (30 metros por segundo), destruye las plantaciones, y éste se considera uno de los factores climáticos que más daño causan a las plantaciones bananeras.

La tendencia actual es buscar variedades de porte bajo que ofrezcan mayor resistencia al viento.(2)

## **2.4 Estimulantes de Crecimiento Radicular**

### **2.4.1 Ácidos Carboxílicos**

Es un producto derivado de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy, que mezclado con fertilizantes de elementos mayores, secundarios y micro elementos, incrementa sensiblemente su absorción y efectos en la planta, racionalizando así los costos de nutrición.

Su formulación con base en complejos de oxiácidos orgánicos naturales hidroxisustituidos y benzoderivados específicamente aislados y purificados, actúa en el crecimiento, elongación y actividad fisiológica de la raíz que incide en su dinámica general.

Los ácidos ECCA carboxy de tipo aromático de esta formulación influyen en el metabolismo de la raíz que genera transportadores de las auxinas naturales de la planta que mantienen la generación de pelos absorbentes además de estimular el proceso de bombeo electrogénico que conduce a una mayor toma de nutrientes por área superficial de raíz y por tiempo. Dando como resultado la mayor extracción de nutrientes de la solución del suelo y como consecuencia mejor desarrollo del cultivo. (8)

Beneficios que otorga:

- ✓ Mayor retorno económico por unidad de fertilizante aplicado.
- ✓ Se prolonga la vida productiva del cultivo con frutos de alta calidad.
- ✓ Se favorece un mayor desarrollo vegetativo equilibrado de la planta, como consecuencia de la mejor extracción de nutrientes.
- ✓ Desbloquea nutrientes inmovilizados en el suelo debido a la acidificación de la rizósfera.

Dosis recomendada (ver en anexos)

## 2.4.2 Cultivo Bacteriológico

Actúa habitando la zona de la raíz y el sistema vascular de la planta. se nutre de la materia orgánica presente en el suelo; la modifican, retienen y transportan nutrientes y agua. Variedades fotosintéticas convierten energía de radiación y energía química como azúcar para que sea utilizada por la planta. Fijan nitrógeno del medio ambiente en el suelo y simplifican los nutrientes para que sean más fáciles de transportar en el sistema vascular de las plantas.

En la costa del país se han realizado pruebas teniendo como resultado un promedio del 20% de aumento en la producción de cajas por hectárea. Se obtuvo un 45 % más de raíces efectivas respecto a los testigos. (8)

Los beneficios que aporta son los siguientes:

Recupera el valor de suelos desgastados.

- ✓ Mejora el crecimiento de la raíz y mejora la absorción de nutrientes aumentando la producción de cultivos.
- ✓ Menor requerimiento de agua y fertilizantes
- ✓ Asegura una degradación completa de materia orgánica y mejora la retención de agua en los suelos
- ✓ Control de problemas fitosanitarios (hongos, bacterias e insectos).

### **Investigaciones realizadas con bio-estimuladores en Guatemala.**

Ensayo Numero 1

Ubicación y fecha: Finca de Banano, Santa Lucia Cotz, Guatemala, del 12 de Abril al 3 de Octubre de 2011.

Aplicación de ACF en 5 Ha. Con dosis pequeñas mensuales utilizando el sistema de riego.

Objetivos: Aumentar peso y producción del banano, aumentar volumen y tamaño de raíz, acelerar tiempo de descomposición de materia orgánica en el suelo.

#### Resultados obtenidos en el ensayo

Existió un aumento significativo en cuanto a tamaño y cantidad de raíz en el hijo o retorno, siendo un 45 % más de raíces en el tratamiento, que esto con llevo a un aumento

de peso del racimo entre un 8 % y 19%. Teniendo en cuenta estos factores se sugirió evaluar la reducción gradual de uso del agua vía irrigación.

Ensayo numero 2

Ubicación y fecha: Finca de Banano, La Nueva, Guatemala, del 1 de Enero al 1 de Octubre de 2012.

Diseño: Aplicación de ACF en 112 Ha. dosis pequeñas mensuales utilizando el sistema de riego.

Objetivos: Aumentar peso y producción del banano. (9)

#### Resultados obtenidos en las investigaciones.

La producción obtenida en el grupo tratado, Motor 5, con ACF-32 es de 21.5 % superior al grupo testigo; en el Motor 1(Testigo) se cosecharon 1,053.52 racimos comparado con el Motor 5 (Aplicado) donde se cosecharon 1,280.86 racimos.

En el Motor 1 (Testigo) hubo 1,500.06 cajas y en el Motor 5 (Aplicado) hubo 1,837.96 cajas.

Una diferencia de 337.90 cajas extras por Ha en 6 meses.

El aumento de cajas vendidas es de un 22.50%.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MARCO REFERENCIAL

##### Ubicación

Según la información proporcionada por el departamento de Gestión Ambiental de la empresa, la finca 03 de Tacuba S.A. se encuentra ubicada en el municipio de Ocos, departamento de San Marcos, a 265 km al sur occidente de la ciudad capital, carretera rumbo al puerto de Ocos, San Marcos. Entre las coordenadas Latitud Norte: 14°38.341' y Longitud Oeste: 92°05.143'

##### Acceso

La finca 03 Tacuba S.A. cuenta con una carretera principal hecha de terracería la cual la divide en dos y otras dos carreteras de terracería que la limitan una al norte y otra al sur además cuenta con otras calles aledañas que conectan con los motores de riego.

##### Colindancias

La Finca 03 colinda al Norte con la finca 04 Tacuba S.A, al Este la finca 04 Tacuba S.A, al sur con la finca 02 Tacuba S.A. y al Oeste con la finca 04 Tacuba S.A.

##### Clima

##### Altitud

La finca se encuentra a una altura de 7 msnm, lo cual es lo recomendado para que el cultivo se desarrolle porque según el INTECAP las plantaciones comerciales se encuentran en un rango que va de 0 a 500 msnm.

##### Precipitación

La precipitación media mensual del año 2014 fue de 122.24 mm y Núñez indica que la precipitación necesaria varía de 120 a 150 mm de lluvia mensual, de lo anterior se deduce que la zona cumple con los requerimientos de lluvia. En la costa sur es necesario realizar el riego por que están definidas sus estaciones lluviosa y seca.

##### Evaporación

La evaporación media por día en el año 2014 fue de 5.00 mm.

##### Temperatura

##### Mínima

La temperatura mínima en el año 2014 fue de 20.11°C registrada por el departamento de estadística de El Álamo. El INTECAP indica que la temperatura mínima nunca debe de ser menor de 15°C.

##### Máxima

La temperatura máxima registrada en el año 2013 por el departamento de estadística de El Álamo fue de 33.57°C. Según el INTECAP con días continuos con máximas mayores de 37°C pueden afectar las hojas, también menciona que las temperaturas ideales para el banano se dan entre 24 y 35°C.(7)

## **3.2 METODOLOGIA**

### **3.2.1 Descripción de la investigación**

La investigación consistió en comparar la aplicación de Ácidos Carboxílicos (Nutrisorb®) y Cultivo Bacteriológico (Aquaclean®) para la estimulación de raíces en una plantación de banano *Musa sapientum L.* (Variedad Gran Naine) para mejorar el rendimiento y producción en cajas por racimo, y luego a cajas por hectárea. Esta aplicación fue una dosis de 2 litros por hectárea para Nutrisorb®, la dosis para Aquaclean® fue de 1 litro por hectárea, cada aplicación de los productos en un intervalo de tiempo de 4 semanas entre aplicaciones. El diseño que se utilizó es el Completamente al Azar.(6)

### **3.2.2 Descripción del diseño experimental**

El diseño experimental implementado fue el de completamente al azar, este diseño se escogió porque no existieron factores externos que alteraron los resultados de la investigación, el único factor que no se pudo controlar son las condiciones climáticas, pero este es un factor que fue homogéneo para todas las repeticiones con sus respectivos tratamientos además estaba considerado dentro del error experimental. No existió una pendiente significativa que alterara la disposición de los nutrientes en el suelo, el control fitosanitario fue el mismo para cada uno de los tratamientos. Toda la plantación contaba con el control de enfermedades y la aplicación de fungicidas con las mismas dosis para toda el área. El número de tratamientos fueron de tres:

T<sub>1</sub>= Testigo

T<sub>2</sub>= Aplicación de Nutrisorb® (Ácidos carboxílicos)

T<sub>3</sub>= Aplicación de Aquaclean® (Cultivo Bacteriológico)

Obtención del número de Repeticiones

Para la obtención del número de repeticiones se utilizó la siguiente fórmula:

$$GLE = (T - 1)(R - 1)$$

**GLE= 12**

**T=3**

**R= ?**

Para obtener el número de repeticiones se despeja R quedando de la siguiente manera:

$$12 = (3 - 1)(R - 1)$$

$$12 = (2)(R - 1)$$

$$12 = 2R - 2$$

$$12 + 2 = 2R$$

$$\underline{7 = R}$$

El número de repeticiones que se utilizó en la investigación fue de 7.

### 3.2.3 Descripción de los tratamientos

**Cuadro 1:** Tratamientos utilizados

Tratamientos	Dosis de producto/Hectárea	Forma de aplicar	Área de aplicación
<b>T1 Testigo</b>		Sin aplicación	
<b>T2 Nutrisorb</b>	2 lt	De manera directa en una bomba de mochila de 16 lb.	El producto se aplicó de manera drenchada en un radio de 50 cm en el suelo, alrededor del hijo de la planta
<b>T3 Aquaclean</b>	1 lt	De manera directa en una bomba de mochila de 16 lt.	

Cuadro 1 Tratamientos utilizados en respuesta al desarrollo radicular de productos estimulantes

En el cuadro se pueden observar los tratamientos utilizados y las dosis aplicadas de producto por hectárea. Nutrisorb® está concentrado al 25% y contiene hidroxisustituidos y benzoderivados. Aquakleen® está hecho a base de Bacterias facultativas, quimiotróficas y fotosintéticas.

### 3.2.4 Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la i – j – ésima unidad experimental

### 3.2.5 Unidad Experimental

La unidad experimental fue conformada por 2 surcos, las plantas totales por bloque fue de 5, con un distanciamiento entre surcos de 2.40 metros y 2.31 entre plantas.

**Parcela bruta:** 0.041 hectáreas

**Parcela neta:** 0.0028 hectáreas

### **3.2.6 Descripción de las variables de respuesta**

#### **a) Crecimiento del hijo**

El crecimiento del hijo es la altura que aumenta un en determinado tiempo, esta es medida desde el suelo hasta la separación de la hoja número 1 y 2 de la planta (la unión de las vainas de las hojas).

Se tienen datos del crecimiento del hijo en finca siendo este de 0.12 metros por semana, ahora en esta investigación se corroboraron los datos del crecimiento de cada uno de las plantas, según su respectivo tratamiento, estos se muestran en los resultados de la investigación. Esto se midió cada dos semanas a cada una de las parcelas experimentales.

#### **b) Numero de hojas del retorno**

El número de hojas del retorno es la cantidad de hojas que emite el hijo de la planta en un tiempo determinando, según el departamento de control de plagas y enfermedades este se encuentra en los estadios que va desde 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1, según sea el despliegue de las hojas.

Dentro de la empresa se tienen datos de la emergencia foliar, esto lo lleva un departamento específico, se conoce que en plantación joven puede llegar a emitir 2 hojas por semana y en plantación vieja emerge 1 hoja por semana, para este caso se le llevo un control a la emergencia foliar de la plantación vieja. Esto se realizó el conteo cada dos semanas a cada una de las parcelas experimentales. Se contaron las hojas nuevas que brotaron y éstas se pudieron ver con facilidad ya que tenían un brillo diferente a las demás hojas, se contaron desde 0 hasta 2 según su estadio.

#### **c) Aumento del diámetro del pseudotallo**

Es el crecimiento o ensanchamiento que tiene el pseudotallo en cuanto a su diámetro, en un lapso de tiempo definido.

No se tenían datos sobre el crecimiento del diámetro del tallo dentro de una plantación establecida, pero ahora según la investigación efectuada se cuenta con este registro que se mostrará en los resultados expuestos. La medición de esto se realizó cada dos semanas, a cada una de las parcelas experimentales. Se midió en un punto intermedio, siendo este una altura de 0.75 ms, esto con el fin de obtener datos homogéneos, se midió con una cinta métrica y se tomó como unidad de medida el metro.

#### **d) Medición del volumen de raíces producidas por la planta**

El volumen de raíces producidas por planta, es la cantidad de raíces que emitió la planta durante su ciclo de vida. Según el departamento de control de plagas y enfermedades estableció un muestreo de raíces que representa este dato.

No se contaba con datos internos sobre cuál es la masa radicular que tiene la planta de banano al final de su ciclo de vida. Para la medición de esta variable se realizó un muestreo de raíces en cada una de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, este consiste en sustraer las raíces que se encuentran al realizar un agujero de 16.5 cm de diámetro por 20.5 cm de profundidad, este se hizo con un palin especial en medio de la planta madre y su hijo, luego se llevó toda la muestra al laboratorio y se procedió a realizar la separación de raíces funcionales y no funcionales, estas se pesan se obtiene un total y el porcentaje de cada una.

#### e) Producción de cajas por racimo

La producción de cajas por racimos se obtiene dividiendo el peso total del racimo entre el factor que es 41.5, esto representa la cantidad en libras de fruta verde que va contenida dentro de una caja de primera calidad vendida al mercado extranjero. La Cantidad de libras dentro de una caja la establece el comerciante.

Esta fue la última variable a evaluar y la más representativa ya que fue el punto de finalización de las demás variables en estudio, se la evaluó si existe alguna diferencia significativa entre los tratamientos según los datos obtenidos al momento de realizar la evaluación de los racimos. El procedimiento fue el siguiente, llegó una cuadrilla a cosechar los racimos de las unidades experimentales se llevó hacia la empacadora y allá se hizo el manejo pos cosecha correspondiente, esto arrojó los datos que fueron la conversión de racimos a cajas.

#### f) Rentabilidad

Para obtener la rentabilidad se siguió el procedimiento de la empresa el cual consiste en un desglose de cada uno de los rubros (labores culturales, cosecha, control de plagas y enfermedades, riego, nutrición y administración) en el cual se suman los montos totales de dinero, estos se dividen dentro del total de hectáreas de la finca para obtener el costo por hectárea, además se trabaja con un costo por caja, en donde se divide el monto total dentro del total de cajas producidas actualmente. A este procedimiento se le sumo los jornales utilizados para la aplicación del producto, además del coste que tiene adquirir dichos productos.

### **3.2.7 Manejo agronómico**

#### a) Siembra

Luego de marcar los puntos de siembra y teniendo preparado el material reproductivo, se procede a la siembra, la cual se debe efectuar eficientemente para no tener problemas posteriores. Se inicia colocando el material de propagación en los hoyos, procurando

dejar una capa de suelo de 2 a 3 centímetros por encima de la semilla de manera que las raíces no queden expuestas completamente a los rayos solares.

#### b) Fertilización

El crecimiento y la producción de la fruta de banano, requiere de altas cantidades de nutrientes minerales, dentro de los cuales uno de los más importantes es el potasio, los cuáles a menudo son suministrados solamente en forma parcial por el suelo.

Para formular el programa de nutrición la finca lo primero que se realizó fue un muestreo y análisis de suelos y foliares, y de ésta manera se determinó cuál es el faltante de los nutrimentos que se necesitan. Se mandaron a realizar las dosis de

Una cosecha promedio de 700 a 850 racimos de banano de 90 libras cada uno por hectárea, extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes:

Nitrógeno = 95 Libras.

Fósforo = 30 Libras.

Potasio = 250 Libras.

#### c) Control De Malezas

Antes de la siembra aplico un herbicida pre-emergente. Cuando la plantación tiene doce semanas aplicar Paraquat, en los surcos de siembra, con sumo cuidado de no quemar las hojas de las plantas.

#### d) Poda Y Deseje

Es una operación por medio de la cual se eliminan hijos que puedan causar problema en un futuro, esto por no conservar el distanciamiento adecuado, seleccionando únicamente los más vigorosos y con distanciamiento adecuado.

El objetivo del deseje es mantener la secuencia ideal: madre, hijo y nieto en cada unidad de producción para lograr una producción máxima con fruta de calidad y un buen peso para mantener un factor ideal de peso por racimo.

#### e) Apuntalamiento

Se sujetó la parte superior de la parte superior en dos plantas opuestas a la inclinación de ésta, para proporcionarle un mayor anclaje y ésta no caiga por la presión ejercida por el viento y el peso del racimo al ir creciendo, o bien colocar un puntal hacia el tallo en contra de la dirección de la inclinación de la planta.(11)

### 3.2.8 Descripción de los análisis

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) el cual indicó si existió o no varianza en cada una de las variables a medir de los tratamientos, y una vez encontrada esta

diferencia, el procedimiento que se siguió para encontrar la varianza en los tratamientos fue realizar la prueba de Tukey.

### 3.2.9 Recursos

Se hizo uso de 8,610 m<sup>2</sup>, en donde se instaló la investigación esto fue en la finca 03 de Tacuba S.A.

**Cuadro 2:** Descripción del costo de los recursos

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario Q</b>	<b>Total Q</b>
<b>Aquaclean®</b>	4	165	660
<b>Nutrisorb®</b>	6	145	870
<b>Jornales</b>	15	78.72	1180.8
<b>Bomba de mochila</b>	1	250	250
<b>Total</b>			2960.8

Cuadro 2 Descripción de los recursos utilizados en la investigación  
Fuente Elaboración Propia

## 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Producción de banano y conversión de racimos a cajas

**Cuadro 3:** Análisis de varianza para la conversión del racimo a cajas de primera calidad según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F	F <sub>Tab</sub>	Nivel de significancia
<b>Tratamientos</b>	2	0.006458	0.00329	13.76	13.47	*
<b>Error</b>	18	0.004314	0.0002396			
<b>Total</b>	20	0.010773				

Fuente: Datos de campo  
Coeficiente de variación 2.03

Según el análisis de varianza usando el diseño experimental Completamente al Azar, se presentó diferencia altamente significativa para los tratamientos evaluados con respecto a la conversión de racimos a cajas por hectárea.

Dentro de la fisiología de la planta ocurrió una obtención mayor de biomasa que repercutió en el aumento de peso del racimo cosechado de los tratamientos aplicados, esto es una consecuencia de la estimulación de raíces al rizoma de la planta, permitiendo así una mayor absorción de nutrientes debido a que la zona radicular aumento. Esto es ya que los tratamientos realizaron la función de aumentar la capacidad de intercambio catiónico, creando así una mayor asimilación de nutrientes que pudieron haberse encontrado bloqueados para la planta.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, esta nos dice que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados de dicha investigación.

**Cuadro 4:** Prueba de medias para la conversión del racimo a cajas de primera calidad según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Variable	Valor de la conversión	Tukey al 5%
<b>Cultivo Bacteriológico</b>	1.28	A
<b>Ácidos Carboxílicos</b>	1.26	A
<b>Testigo</b>	1.24	B

Fuente: datos de campo  
Diferencia Minina Significativa= 0.0368

En la prueba de media se formaron dos grupos A y B. El grupo A estuvo conformado por ácidos carboxílicos y cultivos bacteriológicos, estos superaron al grupo B que lo conformo el testigo.

Según la prueba de medias realizada existe una diferencia estadística entre el tratamiento 1 (testigo), tratamiento 2 (Ácidos Carboxílicos) y tratamiento 3 (Cultivo Bacteriológico), pero no existió diferencia estadística significativa entre el uso de ácidos carboxílicos y el cultivo bacteriológico, pero si una diferencia porcentual entre ellos, se puede observar el comportamiento exponencial de los tratamientos aplicados a la investigación (figura 1)

Esto es posible ya que el ácido carboxílico es un fertilizante húmico, la función del mismo es que se encuentre disponible a la planta de forma inmediata al momento de su aplicación entonces estimula en manera indirecta el crecimiento radicular de la planta y al mismo momento el rendimiento, en el caso del cultivo bacteriológico que se encuentra integrado por bacterias aeróbica, anaeróbicas, facultativas, quimio trópicas y fotosintéticas presentó un mejor resultado según la prueba de medias, pero no es una diferencia significativa entre los tratamientos, esto es ya que las bacterias que se encuentran en dicho cultivo degradaron de una manera más rápida la materia orgánica disponible en la plantación creando para la planta una mejor absorción de nutrientes que proporciona la materia orgánica, además que esto repercutió en una mejor conversión del racimo. De los resultados obtenidos se observa que el de mejor resultado fue el tratamiento 3 de cultivos Bacteriológicos obteniendo una mayor conversión.

#### 4.2 Componentes de producción

##### Raíces efectivas

**Cuadro 5:** Análisis de varianza para raíces efectivas según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F	F <sub>tab</sub>	Nivel de significancia
Tratamientos	2	88.97	44.48	29.07	0.904	*
Error	18	27.55	1.53			
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>116.52</b>				

Fuente: Datos de campo  
Coeficiente de variación 2.34

Según el análisis de varianza usando el diseño experimental Completamente al Azar, se presentó diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos evaluados con respecto a la cantidad de raíces efectivas emitidas por la planta de banano.

Estos datos demuestran el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa, en donde reporta que si existió una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados de dicha investigación.

**Cuadro 6:** Prueba de medias para raíces efectivas según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Variable	Valor	Tukey al 5%
<b>Cultivo Bacteriológico</b>	76.63	A
<b>Ácidos Carboxílicos</b>	75.53	A
<b>Testigo</b>	71.94	B

Fuente: datos de gabinete  
Diferencia Mínima Significativa= 2.1608

En la prueba de media se formaron dos grupos A y B, el grupo A estuvo conformado por ácidos carboxílicos y cultivos bacteriológicos, estos superaron al grupo B que lo conformo el testigo en un 6 y 5% respectivamente.

Como se muestra en el Cuadro 5 los dos tratamientos emitieron mayor cantidad de raíces por lo tanto existió una mayor cantidad de raíces efectivas en cada uno de estos tratamientos que tuvieron la capacidad de favorecer el crecimiento radicular de las plantas de banano, tanto en su acción de fertilizante inmediato como la acción de descomposición temprana de la materia orgánica presente en el suelo.

Se puede observar el porcentaje promedio de raíces efectivas que tiene cada uno de los tratamientos, se nota que el tratamiento de Ácidos Carboxílicos y Cultivos Bacteriológicos es mayor que el testigo, además estadísticamente muestran una diferencia significativa. (Ver figura 2)

#### 4.3 Crecimiento en Altura

**Cuadro 7:** Análisis de varianza para crecimiento en altura según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F	F <sub>Tab</sub>	Nivel de significancia
<b>Tratamientos</b>	2	0.01	0.1	0.74	0.4988	NS
<b>Error</b>	18	0.11	0.2			
<b>Total</b>	20	0.14				

Fuente de datos: campo  
Coeficiente de variación 2.85

Según el análisis de varianza usando el diseño experimental Completamente al Azar, no se presentó diferencia altamente significativa para los tratamientos evaluados con respecto al crecimiento de la altura de planta.

Se deduce que no existe diferencia alguna ya que las plantas de banano del grupo Gran Cavendish, variedad Gran Naine, son de crecimiento determinado.

En la prueba de medias no se dió una diferenciación, ya que no existe una diferencia estadísticamente significativa

#### 4.4 Crecimiento en perímetro

**Cuadro 8:** Análisis de varianza para el crecimiento en perímetro según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F <sub>tab</sub>	F <sub>cal</sub>	Nivel de significancia
<b>Tratamientos</b>	2	90.88	45.44	34.28	0.0001	*
<b>Error</b>	18	26.47	3.09			
<b>Total</b>	20	117.35				

Fuente de datos: campo  
Coeficiente de variación= 1.73

Según el análisis de varianza usando el diseño experimental Completamente al Azar, se presentó diferencia altamente significativa para los tratamientos evaluados con respecto al crecimiento en perímetro de la planta.

Existe una correlación entre raíces, conversión y el perímetro de la planta, ya que esta característica es el reflejo de una buena nutrición y se refleja tanto en el producto final y en la cantidad de raíces emitidas.

**Cuadro 9:** Prueba de medias para el crecimiento en perímetro según la respuesta a la aplicación de bio-estimuladores de desarrollo radicular en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.)

Variable	Valor	Tukey al 5%
<b>Cultivo Bacteriológico</b>	76.63	A
<b>Ácidos Carboxílicos</b>	75.53	A
<b>Testigo</b>	71.94	B

Fuente: datos de gabinete  
Diferencia Mínima Significativa= 1.64199

En la prueba de media se formaron dos grupos A y B, el grupo A estuvo conformado por ácidos carboxílicos y cultivos bacteriológicos, estos superaron al grupo B que lo conformo el testigo.

Dentro del grupo A está el cultivo bacteriológico y ácidos carboxílicos, que estadísticamente fueron iguales.

Cabe mencionar que cada uno de los tratamientos crecía exponencialmente siendo así el tratamiento que más creció el de ácidos carboxílicos (ver figura 3).

#### 4.5 Análisis Económico

**Cuadro 10:** Cuadro de Costos Grupo HAME, Finca 03 Tacuba S.A.

##### Grupo HAME, Banano Zona Frontera, Costos Campo

	<u>Testigo</u>	<u>Nutrisorb</u>	<u>Aquacleen</u>
Cajas Producidas	24959	25361	25764
Hectáreas Cultivo	272	272	272
Racimos Cosechados por Tratamiento	31	31	31
Racimos Cosechados por Hectárea	74	74	74
Conversión	1.24	1.26	1.28
Cajas por HA	92	93	95
Costo del producto USS	0	19.23	21.66
Tipo de Cambio	7.68	7.68	7.68

Área Agrícola	Datos	Finca 03 Tacuba Testigo	Finca 03 Tacuba Ácidos Carboxílicos	Finca 03 Tacuba Cultivo Bacteriológico
Protección Fruta	Monto USS	10992.52	10992.52	10992.52
	Costo Ha USS	40.41	40.41	40.41
	Costo Caja USS	0.44	0.43	0.43
Cosecha	Monto USS	6916.11	6916.11	6916.11
	Costo Ha USS	25.43	25.43	25.43
	Costo Caja USS	0.28	0.27	0.27
Control Sigatoka	Monto USS	5325.56	5325.56	5325.56
	Costo Ha USS	19.58	19.58	19.58
	Costo Caja USS	0.21	0.21	0.21
Fertilización	Monto USS	15140.96	21371.52	22031.96
	Costo Ha USS	55.67	78.57	81.00
	Costo Caja USS	0.61	0.84	0.86
Mantenimiento	Monto USS	6670.50	6670.50	6670.50
	Costo Ha USS	24.52	24.52	24.52
	Costo Caja USS	0.27	0.26	0.26
Riego	Monto USS	9380.24	9380.24	9380.24
	Costo Ha USS	34.49	34.49	34.49
	Costo Caja USS	0.38	0.37	0.36
Control Moco	Monto USS	306.76	306.76	306.76

	Costo Ha USS	1.13	1.13	1.13
	Costo Caja USS	0.01	0.01	0.01
Control de Plagas	Monto USS	218.66	218.66	218.66
	Costo Ha USS	0.80	0.80	0.80
	Costo Caja USS	0.01	0.01	0.01
Gastos Admo. Finca	Monto USS	3608.68	3608.68	3608.68
	Costo Ha USS	13.27	13.27	13.27
	Costo Caja USS	0.14	0.14	0.14
Total Monto USS		58559.99	64790.55	65450.99
Total Costo por Ha USS		215.29	238.20	240.63
Total Costo por Caja USS		2.35	2.55	2.54

Fuente: Centro de costos área agrícola

Como se ve en el cuadro de análisis económico el costo total es más alto utilizando el producto de cultivo bacteriológico, pero por su alta productividad en cuanto a cajas por hectárea es el que menor costo tiene respecto al de ácidos carboxílicos.

Como se puede notar dentro del rubro de costo por hectárea y costo por caja el de mayor costo es del tratamiento de ácidos carboxílicos, luego es el de cultivos bacteriológicos y siendo el de costo más bajo el testigo. Esto es porque los el testigo no lleva un cargo extra como lo es el de los productos en la investigación.

## 5. CONCLUSIONES.

De acuerdo al análisis e interpretación de datos de los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente.

- 5.1 Según los análisis estadísticos realizados existió diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a la investigación, respecto a la producción y el rendimiento ya que los tratamientos de Ácidos Carboxílicos y Cultivos Bacteriológicos tuvieron una mayor conversión en racimos a cajas de primera calidad, siendo así una mayor diferencia en cajas por hectárea, siendo esta aplicación una solución a las áreas con problemas nutricionales, por lo que se acepta la hipótesis Alternativa.
- 5.2 Dentro de las variables de crecimiento se encontró diferencia estadística en el perímetro de la planta; en la variable de altura no se presentó diferencia estadística. Se puede concluir que no existió tal diferencia ya que la planta de banano tiene un crecimiento determinado según sea la variedad que se tenga, no siendo así en el perímetro ya que si repercutió la aplicación de los tratamientos, esto es porque los tallos absorbieron los nutrientes necesarios y ayudaron a que estos aumentaran en perímetro y aceleró la emisión foliar promedio. Se logró observar que las características mencionadas anteriormente se presentaron en el retorno (hijo de la planta). Con esto se puede decir que se tendría un mejor retorno/año.
- 5.3 La aplicación de Cultivos Bacteriológicos y Ácidos Carboxílicos mostraron estadísticamente una diferencia significativa en cuanto al testigo, mediante estos resultados se concluye que los tratamientos aplicados tienen un efecto positivo en cuanto a la emisión de raíces, existió un mayor porcentaje de raíces funcionales en los tratamientos evaluados respecto al testigo, por lo tanto que se acepta la hipótesis alternativa planteada
- 5.4 Se determinó mediante un análisis económico que la utilización de ácidos carboxílicos y cultivo bacteriológico en la investigación, aumentan los costos de producción en USS 0.20 y 0.19 por caja, respectivamente, llegando a concluir que no existe una rentabilidad en el uso de estos productos pero si un aumento en la productividad.
- 5.5 Se concluye que la aplicación de ácidos carboxílicos y las bacterias aplicadas al cultivo de banano, tiene un efecto positivo, ya que ayuda a activar las hormonas de crecimiento, tal cual es el caso de las auxinas ya que se corroboró que existió una mayor cantidad de raíces emitidas por parte de la planta.

## 6. RECOMENDACIONES

- 6.1 Debido a que estadísticamente si existe diferencia significativa entre los tratamientos se recomienda realizar una investigación más profunda en donde se puedan utilizar otros tipos de productos hormonales y comprobar cuál de ellos es el mejor y así poder tomar criterios para verificar su pronta aplicación a las unidades productoras de fruta.
- 6.2 Se recomienda realizar una investigación con diferentes dosis de los productos aplicados y diferentes sistemas de aplicación de nutrientes.
- 6.3 Realizar una investigación en donde se pueda comparar la aplicación del producto enraizante y la cantidad de fertilizante aplicado, para verificar cual es la capacidad de respuesta en cuanto a la absorción de nutrientes.
- 6.4 Para disminuir los costos de aplicación se tendría que realizar una disminución de dosis y de jornales para la aplicación de los productos. De esa manera se aprovecharía el rendimiento que proporciona cada uno de ellos.
- 6.5 Seguir con la aplicación de los productos en las áreas de menor fertilidad de la plantación para poder incrementar el rendimiento respecto a las otras áreas de cultivo.

## 7. Literatura Consultada

1. **Aldana, F.** 2014. Metodología y diseño estadístico a usar en la investigación. Quetzaltenango, GT. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.
2. **ANACAFE (Asociación Nacional del Café).**2004Cultivo de Banano, Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera. Guatemala, GT. 2004. 26 p.
3. **Hernández, C.**2014. Productos a usar en la investigación y propósitos para la misma. (Entrevista personal). San Marcos, GT. Grupo HAME (E-MAIL: [chernandez@olmeca.com.gt](mailto:chernandez@olmeca.com.gt)).
4. **Información estadística de la empresa Tacuba S.A.**Departamento de Gestión Ambiental. Base de Datos. San Marcos, GT. Consultado 11 mar. 2014.
5. **INTECAP.**2009Cultivo y manejo del banano. Guía del cultivo de banano. Guatemala 50 p.
6. **Sitún M.** 2006 investigación agrícola. Guía de Estudio. Villa Nueva. Guatemala. ENCA. 51p

## E-GRAFIA

7. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01>. **Holdridguez, L.** 2002. Zona de vida de Guatemala, (en línea). Consultado 15 de mar.
8. <http://articulos.infojardin.com/Frutales/fichas/platano-platanos-banano-bananos.htm>. **Infoagro.**2006. Plátano, Bananos, Cambur, Guineo, Platanera, (en línea). Consultado 14 mar. 2014.
9. <http://www.dav.sceu.frba.utn.edu.ar/homovidens/brunner/TRABAJO%20FINAL/Hormonas%20vegetales.html>. **Mecanismos de regulación y**

**control de funciones en las plantas** las hormonas vegetales o fitohormonas. (En línea). Consultado 14 mar 2014.

10. [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing% 20 Rizzo/perfiles productos/banano.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles/productos/banano.pdf). **Núñez Alvares, R.**1989. Cultivo del banano, (en línea). Ecuador. Consultado 13 mar. 2014.
11. [http://www.tropicfruitstrading.com/?page\\_id=153](http://www.tropicfruitstrading.com/?page_id=153). **TFT (Tropical FruitsTrading)**.2011. Historia del banano (en línea). Consultado 14 mar. 2014. Disponible en

## 8. Anexos

### Conversión por racimo

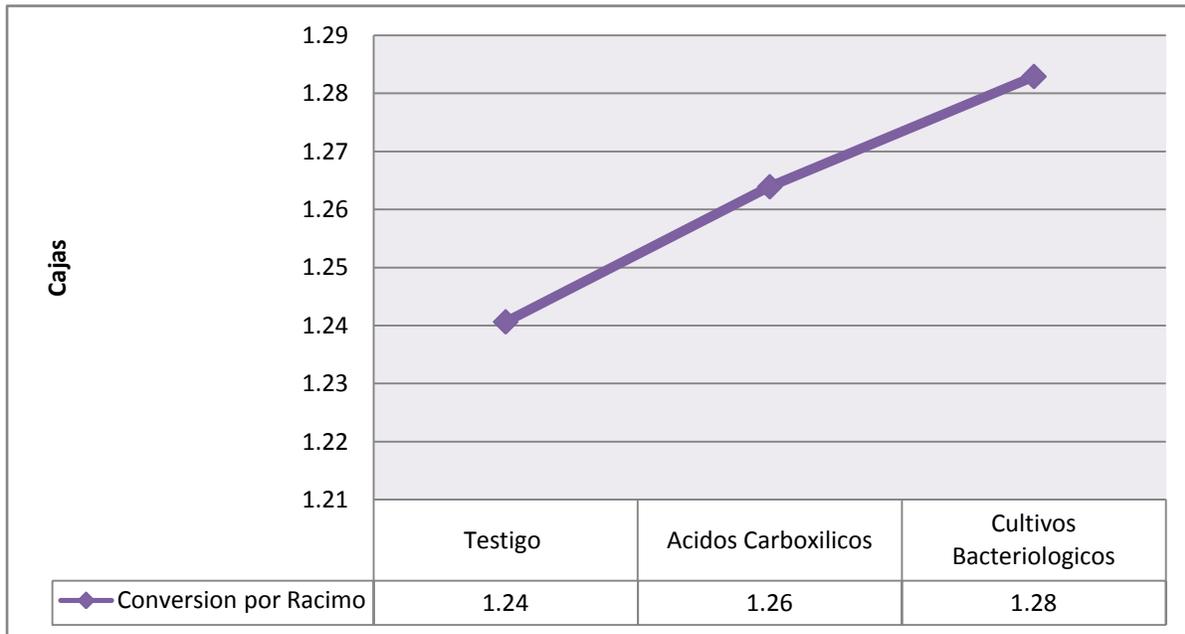


Figura 1.  
Fuente Elaboración Propia

### Porcentaje por raíces



Figura 2  
Fuente Elaboración Propia

### Perímetro del pseudotallo

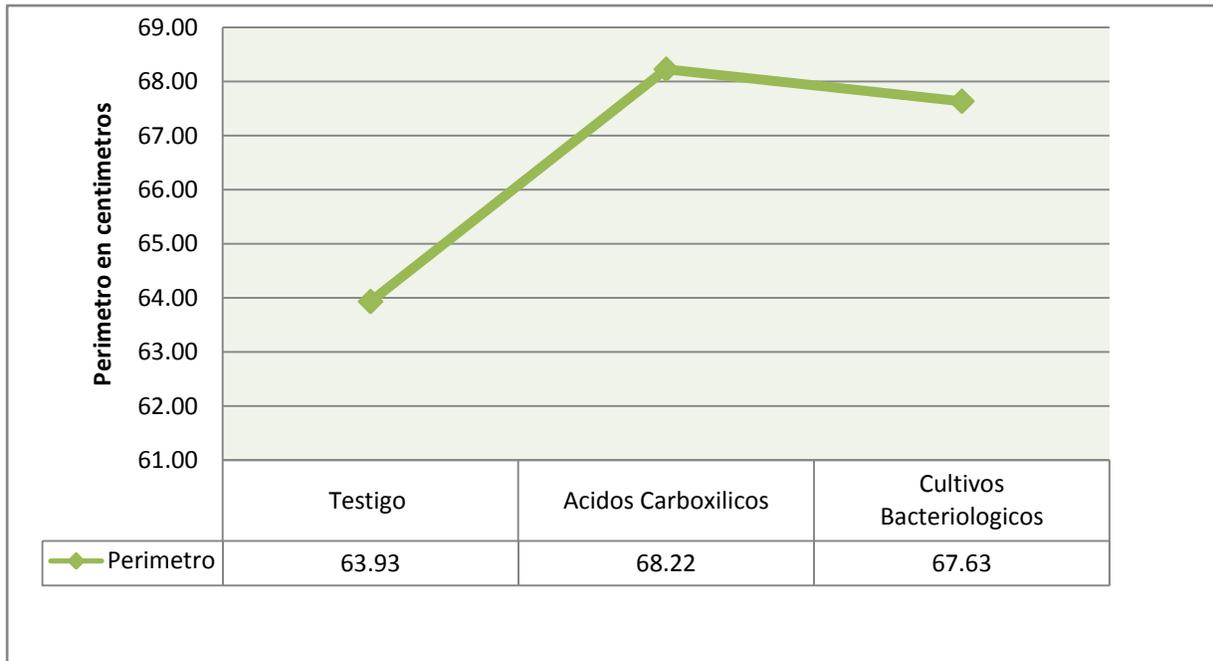


Figura 3.  
Fuente Elaboración Propia

### Distribución de tratamientos

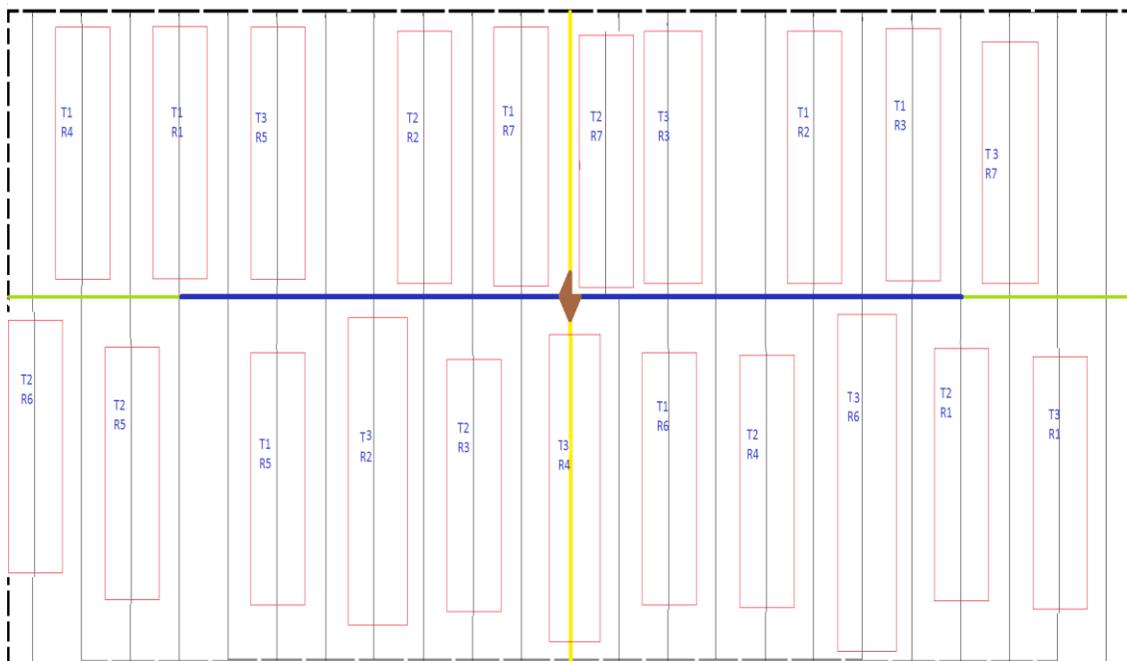


Figura 4  
Fuente Elaboración Propia

## Dosis recomendada

### DOSIS Y USO:

Formulación	Aplicaciones en campo		Uso
NUTRISORB G	<b>En riego por gravedad:</b>	Mezcle el equivalente de 8 a 12 kg/ha con el fertilizante de fondo a utilizar por hectárea.	Se aplica mezclado con los fertilizantes, en banda, en riego por gravedad. Puede aplicarse desde el trasplante hasta la fructificación.
	<b>En frutales:</b>	Aplique de 10 a 15 kg/ha, durante la época de mayor demanda nutricional, mezclado con el fertilizante granulado.	
NUTRISORB L	<b>Hortalizas:</b>	En charolas aplicar una solución de 0.1% v/v; en mezcla con el sustrato, por aspersion o por inmersión.	Se aplica solo o en mezcla con los fertilizantes; en drench, en el riego por gravedad o inyectando al sistema, en riego presurizado. Puede aplicarse desde el trasplante hasta la fructificación.
	<b>En campo:</b>	Durante las primeras 4 a 6 semanas después del trasplante utilizar una dosis de 1-2 L/ha, por semana.	
	<b>Trasplante:</b>	Durante las primeras 4 a 6 semanas después del trasplante utilizar una dosis de 1-2 L/ha, por semana.	
	<b>Cultivos de ciclo largo:</b>	Se pueden continuar con aplicaciones de 1 L/ha cada 2 semanas, hasta finales de cosecha.	
	<b>Frutales:</b>	Aplique de 2 a 4 L/ha, por riego durante la época de mayor demanda nutricional, en el mayor número de riegos posibles.	
NUTRISORB SC	<b>En riegos presurizados:</b>	Aplique de 0.5 a 1.0 kg/ha cada semana, durante las 5 semanas posteriores al trasplante.	Está diseñado para mezclarse con fertilizantes solubles para fertirrigación, pero puede usarse en el tanque de aplicación de la solución para fertilización.
	<b>En riegos por gravedad:</b>	Mezcle el equivalente a 4-5 kg con el fertilizante líquido de fondo a utilizar por hectárea.	
	<b>En frutales:</b>	Aplique de 5 a 7.5 kg/ha, durante la época de mayor demanda nutricional, en el mayor número de riegos posibles.	

Figura 5

Fuente Distribuidora del Campo

## CRONOGRAMA

Cronograma de actividades 2014																																	
Actividad	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
	20s	21s	22s	23s	24s	25s	26s	27s	28s	29s	30s	31s	32s	33s	34s	35s	36s	37s	38s	39s	40s	41s	42s	43s	44s	45s	46s	47s	48s	49s	50s	51s	
Aplicación de estimulante																																	
Toma de datos de crecimiento																																	
Cosecha																																	
Tabulación de datos																																	
Elaboración de informe																																	
Entrega de informe final																																	

